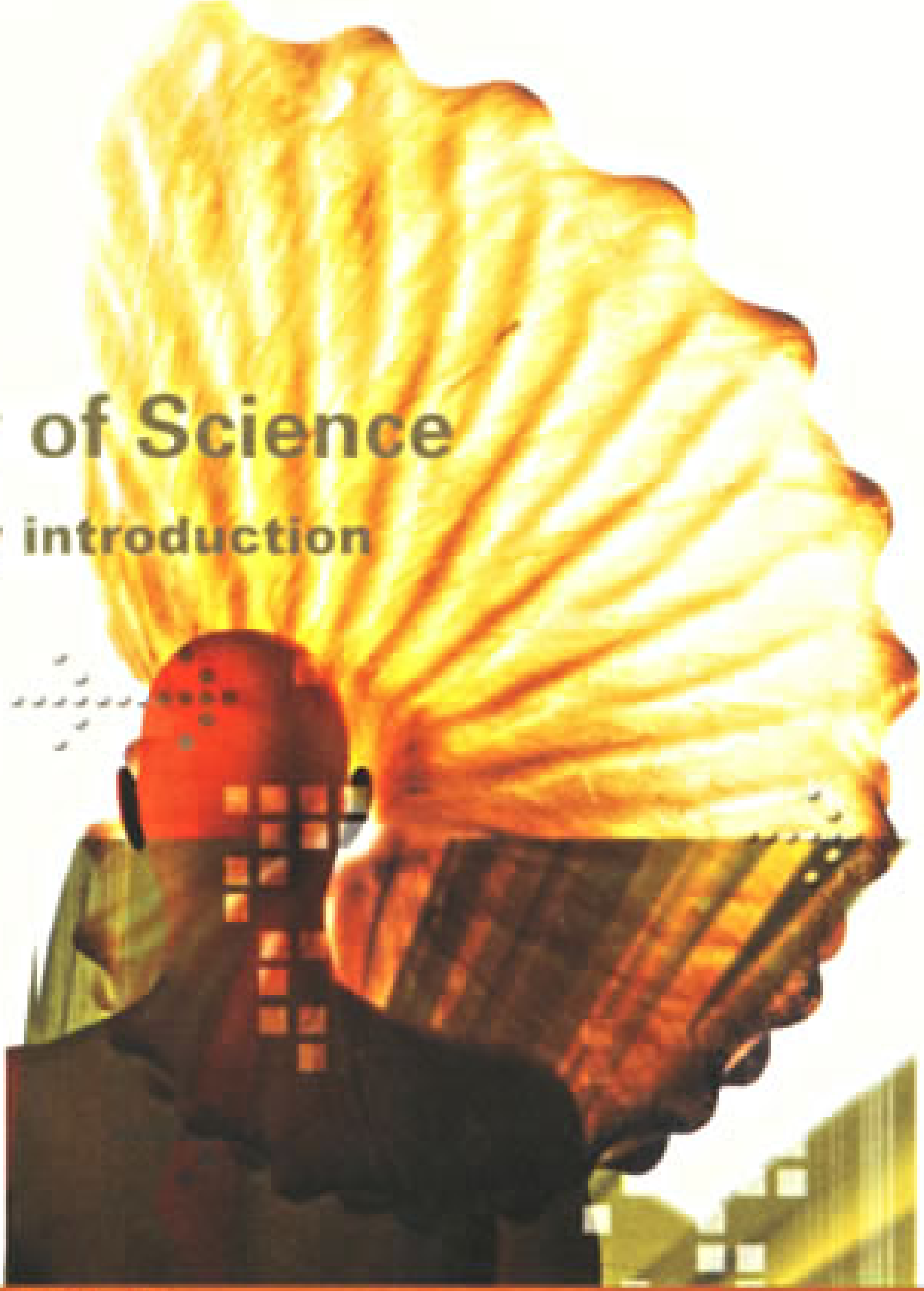
开放人文

Philosophy of Science

A contemporary introduction



[美] 亚历克斯·罗森堡 著　　刘华杰 译　　Alex Rosenberg

科学哲学

当代进阶教程

上海世纪出版集团

世纪出版

www.duxiu.com

ISBN 7-5428-3991-8

9 787542 839916 >

定价：25.00 元

易文网：www.ewen.cc

科学哲学

当代进阶教程

[美] 亚历克斯·罗森堡 著　　刘华杰 译

世纪出版集团　上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学哲学：当代进阶教程/(美)罗森堡(Rosenberg，A.)著；刘华杰译.—上海：上海科技教育出版社，2006.4
(世纪人文系列丛书)
ISBN 7-5428-3991-8

Ⅰ.科… Ⅱ.①罗… ②刘… Ⅲ.科学哲学 Ⅳ.N02

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第002405号

责任编辑 潘 涛
装帧设计 陆智昌

科学哲学——当代进阶教程
[美]亚历克斯·罗森堡 著
刘华杰 译

出　　版　世纪出版集团　上海科技教育出版社
　　　　　(200235　上海冠生园路393号　www.ewen.cc)
发　　行　上海世纪出版集团发行中心
印　　刷　上海宝山江杨印刷厂
开　　本　635×965 mm　1/16
印　　张　18.5
插　　页　4
字　　数　222 000
版　　次　2006年4月第1版
印　　次　2006年4月第1次印刷
ISBN 7-5428-3991-8/N·685
图　　字　09-2003-598号
定　　价　25.00元

出版说明

自中西文明发生碰撞以来，百余年的中国现代文化建设即无可避免地担负起双重使命。梳理和探究西方文明的根源及脉络，已成为我们理解并提升自身要义的借镜，整理和传承中国文明的传统，更是我们实现并弘扬自身价值的根本。此二者的交汇，乃是塑造现代中国之精神品格的必由进路。世纪出版集团倾力编辑世纪人文系列丛书之宗旨亦在于此。

世纪人文系列丛书包涵“世纪文库”、“世纪前沿”、“袖珍经典”、“大学经典”及“开放人文”五个界面，各成系列，相得益彰。

“厘清西方思想脉络，更新中国学术传统”，为“世纪文库”之编辑指针。文库分为中西两大书系。中学书系由清末民初开始，全面整理中国近现代以来的学术著作，以期为今人反思现代中国的社会和精神处境铺建思考的进阶；西学书系旨在从西方文明的整体进程出发，系统译介自古希腊罗马以降的经典文献，借此展现西方思想传统的生发流变过程，从而为我们返回现代中国之核心问题奠定坚实的文本基础。与之呼应，“世纪前沿”着重关注二战以来全球范围内学术思想的重要论题与最新进展，展示各学科领域的新近成果和当代文化思潮演化的各种向度。“袖珍经典”则以相对简约的形式，收录名家大师们在体裁和风格上独具特色的经典作品，阐幽发微，意趣兼得。

遵循现代人文教育和公民教育的理念，秉承“通达民情，化育人心”的中国传统教育精神，“大学经典”依据中西文明传统的知识谱系及其价值内涵，将人类历史上具有人文内涵的经典作品编辑成为大学教育的基础读本，应时代所需，顺时势所趋，为塑造现代中国人的人文素养、公民意识和国家精神倾力尽心。“开放人文”旨在提供全景式的人文阅读平台，从文学、历史、艺术、科学等多个面向调动读者的阅读愉悦，寓学于乐，寓乐于心，为广大读者陶冶心性，培植情操。

“大学之道，在明明德，在新民，在止于至善”（《大学》）。温古知今，止于至善，是人类得以理解生命价值的人文情怀，亦是文明得以传承和发展的精神契机。欲实现中华民族的伟大复兴，必先培育中华民族的文化精神；由此，我们深知现代中国出版人的职责所在，以我之不懈努力，做一代又一代中国人的文化脊梁。

上海世纪出版集团

世纪人文系列丛书编辑委员会

2005年1月

对本书的评价

一部强调了科学哲学之哲学特点的具有挑战性的一流教材。罗森堡为现代科学中的认识论和形而上学诸问题，撰写了一部宏伟的导论。

——柯德(Martin Curd)，普渡大学教授

(本书)把科学哲学中的问题与认识论和语言哲学中的基本关切联系起来了，学哲学的学生会喜欢这种处理方式的。

——科索(Peter Kosso)，北亚利桑那大学教授

一部引人注目的、叙述清晰的科学哲学导论。……我特别高兴地看到，其中讨论了概率、理论的语义学观点及科学元勘(science studies)。

——利普顿(Peter Lipton)，剑桥大学教授

内容提要

所有与科学接触过的文化最终都接纳了科学，在这方面科学或许是独一无二的西方建制。科学的范围、本性和方法，在其历史上一直被不断讨论着。自然科学不但为哲学家提出了最基本的问题，而且塑造了哲学家关于实在本性的理论，和我们关于实在之知识范围的理论。

本书通过考察科学的本性、方法和辩护等具有持久影响的问题，阐明了科学所提出的一些深刻的哲学论题。着手把握科学中的说明、定律、因果性、理论、模型、证据、还原论、概率、目的论、实在论和工具主义的本性，事实上等于面对柏拉图、亚里士多德、笛卡儿、休谟、康德及其后继者不断探讨的同样的问题。

科学哲学是哲学的一个中心分支，这部晓畅、读者界面友好的教程特别适合作为科学哲学的入门读物，也适合于主修科学的学生参考。它具有教科书所具有的如下特点：

- 每章均有“概要”和“小结”；

- 来自科学的明晰的多种多样的支持案例；
- 给出了许多供研讨的习题；
- 每章后面列出了加有详细说明的参考读物，书末附有术语表。

作 者 简 介

罗森堡(Alexander Rosenberg, 1946～)，美国北卡罗莱纳州位于达勒姆的杜克大学(Duke University)的哲学教授。他出版了包括《生物科学的结构》(The Structure of Biological Science, 1985)和《社会科学的哲学》(Philosophy of Social Science, 1995)在内的十部科学哲学著作。他是古根海姆(Guggenheim)基金获得者，美国学术社团理事会(American Council of Learned Societies)成员与国家科学基金的受资助者。1993年荣获拉卡托斯科学哲学奖(Lakatos Award in Philosophy of Science)。

中 文 版 序

在本书中，我原打算向对于自然科学变化的“内在过程”可能知之不多的欧美及其他西方国家学哲学的学生介绍自然科学背后的“认识论”问题和“形而上学”问题。由于物理学中量子力学的进展和进化生物学的进展提出了诸多根本性的哲学问题，西方科学家对这一主题的兴趣已经成长起来。同时，冒充科学的迷信、偏见、神话、意识形态和拙劣欺骗所具有的不倦蛊惑，使科学哲学担负了区分科学(science)与伪科学(pseudoscience)的持久责任。正是基于这些理由，多数讲英语的大学都开设了科学哲学方面的课程，亦有整个系专门致力于研究科学哲学的。

本书的中国读者关于自然科学本身可能比非中国读者知道得更多，而关于西方哲学或许知道得较少，鉴于此，简要讨论一下本书写作的智识语境(intellectual context)可能是需要的。特别是，理解诸如“内在过程”、“形而上学”和“认识论”等概念，可能是非常有益的。

我说的“内在过程”(internal processes)是指理论变化的科学原因

和结果，即关于科学家的实际研究对象的实验、观察、思想，它们塑造了科学家的信念。有这样一个智识传统，马克思(Karl Marx)及其追随者也参与其中，按照他们的观点，科学变化的这样一种内在原因，比决定意识形态之特征并通过它们决定了科学的议程和结果的政治、社会以及最终的经济力量，威力要小得多。不过，关于科学，马克思主义思想家并非全部否认证据和逻辑作为科学变化力量的客观性。但在20世纪中，一场哲学运动确实涌现出来，特别是在欧洲的社会学、历史、文学和文化研究中，它们否认存在叫做客观真理的这样一种东西，否认得到良好客观辩护的科学方法可以引导我们通向此种真理。这些“解构主义者”(deconstructionists)和“后现代主义者”(postmodernists)认为，我们最好的理论也不过是社会“建构”(social “constructions”)，它们像政治交易一样，结果源于持有不同社会、政治和个人目的之科学家们之间的协商(negotiation)。解构主义者认定，这些目标本身不可能被付诸客观的科学考察，因为不存在这类东西。他们否定科学变化的“内在”过程和“外在”过程之间存在一种有根有据的划分。他们声称，证据和逻辑并不能独享驱动科学变革的天职，或者它们根本就不胜此任；他们认为无论如何关于逻辑和证据在任何情况下都没有客观保证。后现代主义在自称的科学知识社会学(SSK)领域已经产生了明显的影响。但它对科学哲学影响不大。

我在此时此地提及“外在论者”(externalist)传统为的是强调，科学哲学，按我的理解，拒斥这种主张：此种“外在于”在岗科学家(working scientists)实际援引的证据和推理的因素，确实决定了科学的面貌。的确，我进一步坚信，科学的成功——它那日渐提高的预测精度和不断增强的说明能力——在很大程度上是抵制“外在的”社会

政治和经济力量的结果，是纠正个体科学家的偏见、愿望和恐惧的结果。 正是从这个角度看，科学不同于其他智识追求。 正是因为这一原因，科学进步在那些使科学隔绝了这些“外在”力量的社会中得以加速进行。 科学在其历史发展中，沿着越来越逼近关于世界本性之真理的方向取得进步。 我希望，这一主张对你们来说是显然的。 因而也许中国读者会吃惊地获悉，这一观点在过去的50年中受到自称为“解构主义者”或“后现代主义者”的西方科学学人(students)的挑战。 虽然他们的观点在科学哲学界没有什么大的影响，但是它们在科学知识社会学和科学史领域流传甚广。 所以，在本书的结尾部分我简要地讨论了它们。 很明显，我决不同意这些观点，但是我把反驳这些观点的论证留给了已经努力学过了本书前面六章的学生。 理解了什么是哲学的学生，将有能力构造反驳这些观点的论证。 因为这些观点违背了至少可以上溯到牛顿科学(如果不是希腊科学的话)的科学哲学传统。

科学哲学，按照在西方的传统理解，一直拒斥非证据、非逻辑力量在分析科学理论化的意义、立场和限度当中的正当性。 这是因为，科学哲学是作为整体的哲学的一个分支学科。 作为一个整体的西方哲学坚持认为，有可能获得关于世界、世界中事物的种类及它们如何安排的客观知识。 但是，只有当探究摆脱了追求自身利益的个人的、阶级的、文化的、宗教的和民族传统的控制时，它才能做到这一点。

科学如此获得自由时，才有机会成为“客观的”。 本书探讨所有此种客观探索的尝试将面对的一系列相互关联的最一般也是最抽象的问题：什么算作对现象的一种真正的说明，而什么仅仅是一种缓解我们主观好奇感受的东西？ 为了提供这些说明，为什么科学必须求

助于我们根本不可能具有直接观察知识的(从夸克到黑洞等)构体(entities)? 这一问题可能给人以特别深刻的印象，因为科学要求，它的所有主张都要服从直接观察的检验。我认为，本书中讨论的这些问题以及其他问题，都是起源于2500年前的希腊人的那类最基本哲学问题的变种。这并不奇怪，因为正是在希腊人那里，科学如我们所理解的那样首次从哲学中涌现出来。

始于希腊人的科学现在可以告诉我们行星的数目是九，不管在哪里进行测量光线在单位时间里皆穿越同样的距离。但是，科学仍然无法回答柏拉图关于数是什么的问题(不是指具体的某个数字)，或者亚里士多德关于时间究竟是什么的问题(不是指我们用以测量时间的单位)。这些是经典的"形而上学"(metaphysics)问题。这是我在上述第一段中提到的另一个术语，它像"科学变化的内在过程"一样，需要对非西方读者作一些解释。"形而上学"在西方哲学中被视为对实在(reality)的基本类型是什么以及事物的某些种类究竟是否存在的研究，包括研究像数或红(与数字和红的东西不同)等抽象对象、上帝、独立于物理存在的思维存在(心脑有别)、与单纯巧合相对照的原因与结果、由这些原因决定或命定的事件或者不固定并且其存在性独立于先前事件的事件，等等。所有这些，都是形而上学的基本问题。它们看起来很像科学问题：是否存在严格的自然定律或者只有概率定律? 物质是否存在不可分的基本构成? 意识的神经生理学是什么? 但是与这些科学问题不同的是，那些哲学问题伴随我们已有2000年以上，迄今没有明确的答案。这当然不意味着哲学问题将永远不会有答案，更不意味着科学有朝一日不能提供某种答案。作为生物学哲学的专业学人，我此时相信许多重要的哲学问题可以通过对达尔文进化论的一种理解而解决。这种理论必定会向我们解释生命

的历史。它还可以帮助我们理解人类认知、社会建制甚至科学变化过程的本性和进化，认为它们是持续多回合的随机变异和不太适应的变异由环境（“自然选择”）加以滤掉的结果。它会最终回答（我认为是否定的）有关生命或者作为整体的宇宙是否具有“意义”、“目的”或者“可理解性”的传统哲学问题。出于这些理由，以前处处受物理学所吸引的科学哲学家，在过去一代人时间里已经变得特别关注生物学。在分子发育生物学、基因组学、计算生物学以及传统的生物学领域，快速并加速增长的进展表明，生物学在不远的将来可能比其他学科对哲学产生更多的影响。

但是，某些哲学问题仍会悬而未决。这就提出一个问题，它们究竟是否有答案或者仅仅是一些像“当上海是中午时在太阳上是几点钟”那样的“伪问题”？判定一个形而上学问题是否不同于一个科学问题、它是怎样区分的以及它是否提交了一份答案等等，都是哲学的另一个分支学科——“认识论”（epistemology）——所关注的事情。认识论研究知识的本性、范围和根据。此学科完全不同于心理学，心理学是一门研究我们的信念、感受和行动为什么会如此的学科。而认识论面对的问题是，我们的信念中哪些是有意义的、有充分根据的，以及为什么它们有意义或有根据。

形而上学和认识论的问题为一方，物理学、生物学以及心理学的问题为另一方，一旦双方的关系搞清楚了，读者就会懂得科学哲学的议程（agenda），明白对其问题的正确回答与社会、政治、经济等因素无关。因为，科学作为关于世界的客观知识的可能性，依赖于正确回答形而上学和认识论的基本问题的可能性。

当然，这不意味着每一位科学家也都必须研究、理解并且促进科学哲学，更不用说一般哲学了。对知识的推进要求劳动分工。但是

这不意味着，哲学的问题总是与科学的那些问题不相干。如果科学进步的历程是一种“内在历史”过程，那么科学哲学以及2500年前从希腊浮现的哲学，不但是这种“内在历史”的一部分，而且是科学本身的一部分，不可能与科学相分离。那些拥护自然科学的目标与标准的人，也必定拥护它的哲学的议程。

国内外的中国科学家，已经对从量子物理学、化学合成到分子遗传学等现代自然科学作出了重大贡献。他们与世界各地的科学家一样，精通科学理论和方法。我希望本书能够帮助他们和他们的学生确信，中国科学家及寻求理解其成就的人们，可以对科学哲学进而对哲学本身作出同样重要的贡献。

罗森堡

2003年3月于美国达勒姆

致　谢

撰写本书的雄心之一是，提供类似亨普尔(Carl G. Hempel)的《自然科学的哲学》(Philosophy of Natural Science)* 那样的一部后续教程。亨普尔的那部杰出著作首版印于1966年，后来再没有修订过。勃朗宁(Robert Browning)的《德尔萨托的安德里亚》(Andrea Del Sarto)告诉我们："啊呵！可是人之所欲应当超越其能力所及。否则，要天堂干什么？"**

我的第二个雄心似乎更现实一些。本书试图阐明，科学哲学的问题处于哲学的基本问题之中，产生于我们试图理解科学之本性的过程之中。

我最终认识到这个事实，要感谢下述诸多学术同仁对我三十余年

---

* 至少有两个中译本：陈维杭译，上海科学技术出版社，1986年；张华夏、余谋昌等译，三联书店，1987年。——译者

** 语出英国19世纪诗人勃朗宁的一首诗《德尔萨托的安德里亚》第97~98行。该诗主要根据瓦萨里(Giorgio Vasari)著作《画家的生活》(1550)的材料，借文艺复兴时的画家安德里亚(Andrea, 1486~1531)的生平喻自己的身世和处境。作者此处引这句诗想表达，敢于立大志才能充分发挥自己的才能，或类似于中国人的说法"取法乎上而得其中"。——译者

的教化，他们是：阿钦斯坦（Peter Achinstein），雷舍尔（Nick Rescher），格林鲍姆（Adolph Grünbaum），布雷斯韦特（Richar Braithwaite），厄曼（John Earman），赫尔（David Hull），鲁斯（Michael Ruse），范弗拉森（Bas van Fraassen），索伯（Elliot Sober），基切尔（Philip Kitcher），达登（Lindley Darden），豪斯曼（Dan Hausman），霍弗（Carl Hoefer），兰格（Marc Lange），丘奇兰夫妇[Paul M. Churchland（1942～　）和 Patricia S. Churchland（1943～　）]，卡特赖特（Nancy Cartwright），勒普林（Jarrett Leplin），法恩（Arthur Fine），斯凯尔穆斯（Brian Skyrms），特勒（Paul Teller），科弗（Jan Cover），汤普森（Paul Thompson），贝蒂（John Beatty），沃特斯（Ken Waters），哈定（Larry Hardin），博伊德（Richard Boyd），怀利（Alison Wylie），金凯德（Harold Kincaid），卢克斯（Steven Lukes），杰弗里（Richard Jeffrey），沃特金斯（John Watkins），纳尔逊（Alan Nelson），库恩（Tom Kuhn），坎贝尔（Don Campbell），刘易斯（David Lewis），麦凯（Hohn Mackie），萨蒙（Wesley C. Salmon, 1925～2001）*，萨蒙（Merrilee H. Salmon, 1935～　），牛顿-史密斯（Bill Newton-Smith），皮特（Joe Pitt），布朗顿（Robert Brandon），莱特（Larry Wright），朗吉诺（Helen Longino）。

本书写作过程中，得到柯德（Martin Curd）、科索（Peter Kosso）、利普顿（Peter Lipton）、塞萨尔迪奇（Neven Sesardic）、勒普林和霍弗的细致评论，以及兰格的大力帮助。很抱歉，我未能写出令所有建议和劝告都得到全面考虑的一部著作。

没有里夫斯（Martha Reeves）的研究兴趣的激励，这部书永远也不会启动；没有泰勒（Moira Taylor）的再三敦促，它永远也不会完成。

---

* 2001 年不幸死于车祸，同车的妻子 Merrilee H. Salmon 教授幸免于难。——译者

目录

1 对本书的评价
2 内容提要
4 作者简介
5 中文版序
11 致谢

第一章 为什么要了解科学哲学?
1 概要
2 1.1 科学与哲学的关系
7 1.2 科学问题与关于科学的问题
10 1.3 作为哲学的现代科学
17 1.4 理解科学和理解西方文明
20 小结
20 习题

21 延伸阅读

第二章 说明、因果性和定律

24 概要
25 2.1 我们为何需要一种科学说明的理论?
27 2.2 定义科学说明
39 2.3 定律为何能够说明?
44 2.4 反例与说明的语用学
55 小结
56 习题
57 延伸阅读

第三章 科学说明及其问题

60 概要
61 3.1 非精确定律和概率
73 3.2 因果性和目的论
80 3.3 从可理解性到必然性
85 小结
87 习题
88 延伸阅读

第四章　科学理论的结构与形而上学

90　概要

92　4.1　理论是如何起作用的？

106　4.2　理论术语及其所命名事物的问题

125　4.3　理论与模型

133　小结

135　习题

136　延伸阅读

第五章　科学理论化的认识论

139　概要

140　5.1　作为科学之认识论的经验论的简史

145　5.2　科学检验的认识论

152　5.3　统计和解围的概率？

169　5.4　亚决定性

172　小结

174　习题

175　延伸阅读

第六章　历史与后实证主义的挑战

178　概要

179　6.1　历史之地位如何？

194　6.2　没有第一哲学的地盘？

204 小结

206 习题

206 延伸阅读

第七章　科学的本性与哲学的基本问题

208 概要

209 7.1　从哲学到历史再到相对主义

217 7.2　地球真的是平坦的吗？

227 小结

228 习题

229 延伸阅读

---

231 术语表

244 参考文献

---

252 根与芽同样重要——罗森堡《科学哲学》译后记

第一章　为什么要了解科学哲学?

概要

科学哲学(philosophy of science)这门学科颇难定义，很大程度上是因为哲学很难定义。但是，如果依据某个少不了争议的哲学定义，科学——物理科学、生物科学、社会科学或者行为科学等——与哲学之间的关系是很密切的，以至于科学哲学必然是哲学家和科学家共同关注的一个中心话题。根据这种定义，哲学主要考虑科学目前不能回答或者也许永远不能回答的问题，进一步考虑的是科学为什么不能回答这些问题的问题。

是否存在诸如此类的初始问题，这本身也是一个只有依靠哲学论证才能解决的事情。进而，如果没有这样的问题，科学应当如何前进以尝试回答它自己的尚未回答的问题，也是一个哲学争论的议题。这使得哲学对于科学家来说是不可避免的。对自古希腊人经牛顿(Newton)和达尔文(Darwin)到20世纪的科学史的粗略分析，便可展示(迄今)尚未在科学上解决的这些问题是什么。

反思当代科学发现与科学理论影响哲学的方式就知道，对于理解对方，各自都是不可或缺的。的确，这一章会指出，后面几章会论证，哲学是理解科学史(history of science)、科学社会学(sociology of science)及其他有关科学的研究(studies of science)的一个基本前提，是理解科学之方法、成就和未来的一个基本前提。经典的哲学问题，如自由意志与决定论，或者心(mind)是否为身(body)的一部分，或者在一个纯粹物质的宇宙中是否有目的、智能和意义的位置，都是科学迫切需要面对并深受科学发现和科学理论影响的一些问题。

科学作为一项与众不同的事业，或许是西方思想给予它所接触的世界上其他文化的最独特的贡献。果如此，理解科学对于我们总体上理解我们的文明，就是至关重要的。

1.1 科学与哲学的关系

自古希腊到现在的科学史，是哲学中的某一组分不断从哲学中分化出来，并成为一门独立学科的历史。比如，到了公元前3世纪，欧几里得(Euclid)的工作使得几何学成为一门“空间之科学”(science of space)，从柏拉图(Plato)学园的哲学分离出来，但学园的哲学家仍然讲授几何学。伽利略(Galileo)、开普勒(Kepler)以及17世纪牛顿的最终革命，使物理学(physics)作为一门学科与**形而上学**(metaphysics)分开。到了现在，有些研究物理学的系，名字仍叫做“自然哲学”。1859年的《物种起源》(On the Origin of Species)使生物学与哲学(和神学)相分离；到了20世纪初，心理学作为一门独立学科也从哲学中分割出来。哲学对逻辑有长达千年的关注，在最近的50年中，这种关注最终导致了计算机科学的诞生。

但是，从哲学中分离出来的每一门学科，都给哲学留下了一些独

特的问题：一些它们不能解决的东西，却使得哲学必须永久面对或者至少暂时要面对的问题。例如，数学处理数字，但它不可能回答数是什么的问题。注意，这不是指“2”或者“dos”*或者“II”或者“10(以2为底)”是什么的问题。它们每一个都是一种数字，一种符号，一种书写，并且都命名同一个东西，即数字2。当我们问数是什么，我们的问题不是关于(书写的或者言说的)符号的，而显然是关于事物的。柏拉图坚持数是事物，虽然是抽象事物，至少自他以来，哲学家对这个问题一直在提供不同的解答。与柏拉图相对照的是，另外一些哲学家认为数学真理(truths)不是关于抽象构体(entities)和它们之间关系的，它之为真是基于关于宇宙间具体事物的事实，并反映了我们对数学表达式的用法。但是，已经没有人认为这种进路(approach)穷尽了数学的本性。

考虑第二个例子，牛顿第二定律告诉我们 $\boldsymbol{F}=ma$，力等于质量与加速度的乘积。加速度相当于 dv/dt，即速度对时间的一阶导数。可是，什么是时间？这个概念我们都明白，也是物理学所要求的。老百姓想必知道时间是什么，时间概念对物理学家也是不可或缺的，但是无论是老百姓还是物理学家都难以明确地告诉我们时间究竟是什么，或者如何定义它。注意，用时、分和秒这样的术语去定义时间，是把时间的单位与我们用这样的单位所测度的内容混淆了。这好比用米或者英寸来定义空间。另一方面，我们不能说时间就是持续，因为持续恰恰只是某某时间的流逝。这样做，我们的定义恰恰预设了我们试图要定义的那个概念。精确说明时间是什么或者给它下定义，是科学至少300年前就留给哲学的一个问题。随着广义相

* 法文，代表“2”。——译者

对**论**(theory)的问世，物理学家又适时地捡起这个老问题，并最终自己刻画它。

类似地，许多生物学家及不算少的哲学家坚持认为，在达尔文以后，进化生物学从哲学中拿回了这样的问题：考察人的本性，或者确定生命的目的或意义。某些人认为，有证据表明，人之本性只是在程度上与其他动物的本性有所不同而已，就生命而言不存在目的和意义。正是基于这一理由，进化论常常受到抵制；因为它试图去解答那些应当留给哲学的问题。

所有科学，特别是定量科学，都很强地依赖于逻辑推理和**演绎有效论证**(deductively valid arguments)的可靠性；科学也依赖**归纳论证**(inductive arguments)，即从有限的数据集合达到一般性理论的论证。可是，没有哪一门(自然)科学直接提出这样的问题：为什么第一类论证总是可靠的，我们明明知道第二类论证并不总是可靠的，可为什么还要使用呢？哲学的一门子学科逻辑学在宽泛的意义上就处理这样的事情。

科学史及它留给哲学的问题遗产表明，这两股智力探索活动总是难解难分地联结在一起。并且这些遗产可以帮助我们来定义哲学。哲学的一个古怪之处在于，它似乎是一门完全异质的学科，没有诸如经济学或者化学那样的统一特征。哲学的子学科，有逻辑学，研究推理的有效形式；有美学，研究美之本质；有伦理学和政治哲学，关注道德价值与正义的基础；有**认识论**(epistemology)，研究知识的本性、范围和辩护；还有形而上学，试图确定实际存在的事物的种类。是什么东西把所有这些极不同的问题汇聚成了一个学科？下面是有关哲学的一个工作定义(working definition)，用它可以确定所有这些子学科共同具有的一些东西：

哲学处理两类问题：

首先，科学——如物理科学、生物科学、社会科学和行为科学等——现在不能回答并且也许永远也不能回答的问题。

其次，有关为什么科学不能回答第一种类型问题的问题。

关于这个工作定义值得做如下注记。

只有哲学才处理的一种类型的问题是**规范性的**(normative)问题：伦理学、美学和政治哲学中的价值问题，关于事情应当怎么样的问题，我们应当做什么，关于什么是好和坏、正确和错误、正当和不正当的问题等等。科学可以说成是描述性的(descriptive)，或者有时说成是实证的(positive)，而不是规范性的。这些规范性问题中有许多在科学中有其近亲。因而，心理学可能会对“为什么有些个体坚信某些行动是正确的而其他的则是错误的”这样的问题感兴趣；不同文化关于何为好、何为坏有不同的认识，人类学可能考虑这种差异性的来源；政治科学可能研究以正义的名义建立的各种不同政策的(可能)后果；经济学将考虑在满足福利应当如何最大化的规范性假设之下如何实际使福利最大化的方法。但是，自然科学或者社会科学都不挑战或者捍卫我们所持有的规范性观念。这正是哲学的一个任务。

在考虑我们有关哲学的工作定义时，假定人们坚持认为，事实上没有科学现在不能或者将来永远也不能回答的问题。人们可能主张，任何永远也无法回答的问题，实际上是一个伪问题(pseudo-question)，一种伪装成合法问题(legistimate question)的无意义的噪声，诸如这样的问题：“绿的观念疯狂地睡觉吗？”或者“当格林尼治是正午的时候，太阳上是什么时间？”没有耐心追问那些似乎最终不会

导致可靠答案的显然没完没了的哲学问题的科学家以及另外一些人，可能就持这种观点。他们或许会承认，确实有一些问题科学还没有回答，比如“在大爆炸导致宇宙开始之前发生了什么？”或者“无机分子如何产生出了生命？”或者“意识是否仅仅是一种大脑过程？”但是，他们坚信，给定足够的时间和金钱，假设有足够的理论天才和实验，所有这些问题都是可以回答的，在科学探索的最后，剩下来不能回答的问题，将是伪问题，智力上负责任的人们根本不需要理会它们。当然，像我们这样的智慧生物在宇宙的历史中，不可能存活足够长的时间以穷尽科学，但是不能据此得出结论说科学及其方法在原则上不能回答所有有意义的问题。

然而，声称它能够做到，需要一种论证或者证据。诸如“数是什么？”或者“时间是什么？”这样的问题数个世纪以来我们一直面对着，一直没有答案，这一事实确实在某种程度上证明，科学可能永远也无法回答的严肃问题是存在的。这些真的都是伪问题吗？我们应当只接受基于论证或者有着充足理由的结论。假设某人试图论证说，当科学所能做的一切贡献都已经做完了，任何在“探索的最后”依然存留的问题，必定是伪问题。作为一个哲学家，我可以设想出某些论证来支持这一结论。但是，这些论证，就我个人可以设想的而言，都具有两个相关的特征：首先，它们实质上都是基于对科学自身之本性的一种理解而得出的，而科学之本性是科学未提供的。第二，这些论证不是科学可以自身加以构造的，它们是哲学的论证。这是因为它们援引了规范性假设，而不只是科学所能提供的事实性假设。例如，这样的论证要基于这样的假设，要某种程度上考虑到科学应当、应该、有责任做出等，这些是它本身不能安全地回避的东西。当判定哪些问题是可回答的，这些问题的答案是什么，以及哪些问题

是不可回答的之时，是哪些因素有助于科学实现它所应当担负的知识职责？ 这便涉及认识论问题，它研究知识的本性、范围和辩护。 这意味着，哲学是不可回避的，即使在论证现在、最终、或者也许只是“原则上”没有科学不能回答的问题时。

要注意，由此并不能得出结论说哲学家具有某种特殊的立场或视角，因而可以提出和回答一系列科学家不可能考虑的问题。 这些关于科学、科学之范围和限度的问题，是为哲学家准备的问题，也是科学家为之可以作出自己独特贡献的问题。 确实，在许多情况下，正如我们将看到的，科学家常处于有利的位置来回答这些问题，或者他们提出的理论和做出的发现对于回答这些问题具有根本性的作用。 但是，这里的结论是，哲学是责无旁贷的，即使有人坚信，最终所有真实的问题、所有值得回答的问题，只可能由科学来回答，他们也会有这样的结论。 只有一种哲学的论证才能支持这一主张。

1.2 科学问题与关于科学的问题

除了科学迄今不能回答的问题以外，还有关于科学为何迄今不能回答或者为何永远不能回答这些问题的问题。 数是什么，时间是什么，正义与美是什么，诸如此类的问题都是一阶问题（first-order questions）。 二阶问题（second-order questions）是，为什么科学迄今还不能有效地应付这些一阶问题，这就涉及科学的限度是什么，它实际上是如何运作的，人们以为它是如何运作的，它的方法是什么，在哪些方面可以应用它们而在哪些方面不可以应用。 回答这些问题，或者使我们在迄今没有解答的一阶问题上取得进展，或者使我们认识到某些一阶问题不是科学能够或需要解答的问题。 回答科学的本性是什么、科学的方法是什么这些问题，也有助于我们评估是否有足够的

资质对科学问题(scientific questions)给出预想的答案。

不过，还有其他方面的关切，并不直接与科学有关，其中科学哲学有可能给我们以帮助。下面就是一些重要例子。

哲学家、科学家和那些捍卫科学之统一性及其作为获得客观知识的一种工具的独特性的人，长期以来就反对给予信念形成(belief-formation)的非科学方式以同等的地位。他们竭力非难占星术、水晶魔力或金字塔魔力，或者任何新时代(New Age)时尚、东方神秘主义、整体形而上学等，将它们斥为伪科学，斥为娱乐、消遣，认为它们不足以充当真实的科学说明，更不能在应用中实际改善人的境遇。

这并非是纯粹学究性的问题。在美国，多年以前，一伙对用正统经验的、以实验室为基础的实验科学来理解和对付疾病方面的缓慢进步感到不耐烦的人，结成一个联盟。他们共同相信，关于疾病、发病原因及其治疗存在着重要的治疗上有用的他择性知识，它们具体体现在一类或者另一类非实验的方法中。这个联盟说服美国国会，指示以实验为定向的国立卫生研究院(National Institute of Health)建立一个另类医学办公室，让它负责运用大量的资金(据说是从主流的正统科学研究中抽取出来的)来寻找那样一种知识。*

针对这种浪费科学之稀缺资源以支持他们一厢情愿的想法和江湖医术，反对者要论证另类医学不能提供知识，也显然是困难的，除非反对者能够解释清楚是什么使得科学发现成为真正知识的。

另一方面，这些新玩艺的倡导者同样有志于证明，正统科学方法

---

* 美国国会批准于1992年建立另类医学办公室(Office of Alternative Medicine，简称OAM)，1999年建立国家互补及另类医学中心(National Center for Complementary and Alternative Medicine，简称NCCAM)。它们的财政预算情况是：对于OAM，1992年和1993年每年都是200万美元，到1998年达到最高，每年1950万美元。对于NCCAM，1999年是5000万美元，以后逐年增加，到2003年为11340万美元，相当于人民币十多亿吧。这些数字对于NIH来说，还是极少的。——译者

的本性中存在着盲区，使人们无法看到这种非实验知识。这些倡导者可能与其他人，比如人文学者(humanists)，达成共识，反对他们所说的“科学主义”(scientism)，即想利用已经确立的科学方法处理所有问题的那种无根据的过分自信，以及那种甚至想在常规的科学方法显得不恰当、无效或者会损害其他目标、价值和洞见的领域当中，取代其他“认识方式”(ways of knowing)的倾向。

争论的双方都同样会对理解科学的本性感兴趣，不但关心科学的实质内容，还关心在证据收集中它借以前进的方法，关心说明模式和理论评价。换句话，争论双方都需要科学哲学。

那些欣赏自然科学的威力和成功的人士，以及那些希望把在这些领域成功的方法应用到社会科学和行为科学当中去的人们，都有一个特别的动机：仔细分析一下使得自然科学获得成功的方法。自从社会科学和行为科学作为自觉的“科学的”事业出现以来，社会科学家和行为科学家以及某些科学哲学家，就坚持认为这些领域相对于自然科学领域之所以取得较少的成功，恰在于没有正确地体认和贯彻自然科学的方法。对于社会科学的这些学人，科学哲学具有一种显然的处方的作用。一旦它展示了证据收集和说明策略的窍门，以及运用自然科学推动技术进步的方法，那么在社会科学和行为科学中取得类似进步的钥匙就算找到了。一切社会科学和行为科学所要做的，乃是采用正确的方法。或者说，这是科学方法论的学人要如此论证的命题。

同样，考虑到围绕“另类医学”的争议，有人反对用科学的办法对待社会和行为事物。他们试图论证，自然科学的方法对他们的学科来说是不可应用的，“科学主义的帝国主义”(scientistic imperialism)不但学术上无根据而且容易通过使人伦和精致的社会建制丧失人性而成

为有害物。他们进一步论证，这样的一种进路容易被误用，导致道德上危险的政策和计划(如20世纪当中在许多国家实施的各种优生学政策)，或者诱使人们闯入最好保持不予探察的领域(如行为的遗传学)。显然，这些试图使人之事务免受科学探究的捍卫者，既需要理解科学探究是由什么构成的，也需要识别出那些应当免除科学探究的人类操行(如"自由意志")的特征。

1.3 作为哲学的现代科学

每一门科学作为一种智力遗产都为哲学留下了传统的问题，除此以外，科学在过去两千多年的发展中持续不断地提出让哲学家对付的新问题。非但如此，这两千多年的科学发展已经塑造和改变了哲学探究的议程。自17世纪科学革命获得巨大成功以来，科学确实是哲学灵感最有力的源泉。

牛顿证明，无论是行星还是彗星，无论是炮弹还是潮汐，都服从一组简洁的、可用数学公式表达的自然定律，无一例外。这些定律非常普适，一旦给定行星在任何时刻的位置，物理学家就可以计算出过去任何时刻以及未来任何时刻它们的位置。* 如果牛顿是对的，那么任何时刻的位置和动量就确定了所有未来时刻的位置和动量。非但如此，同样一组无情的定律约束着所有具有质量的事物。牛顿力学的决定论(determinism)也引出了人类行为中决定论的幽灵。因为，如果人类只是分子——即某种物质——的集合体，如果这些集合体服从自我同一的定律，那么就不存在真正的选择自由，只存在这样一种

* 这种说法当然也是有限定的。根据非线性动力学，特别是混沌研究，即使是简单的天体系统，长期行为也不可预测。何为"长期"，在不同的系统中有不同的含义。——译者

幻觉。我们假设追踪我们表观自由的同时也是负责任的行动的原因，可以追踪到先前的原因，如我们的选择、我们的欲望和我们大脑的物理状态，在大脑中这些欲望得以表达。如果大脑不是别的，只是一种复合的物理对象，其状态与其他物理对象一样都受物理定律的制约，那么，我们头脑中所发生的事情，就是由先前的事件决定好的，正好比在一长串多米诺骨牌中，触动其中一块骨牌后发生的一块压倒下一块的现象。如果我们头脑中决定事件发生的因果链中包括我们无法控制的事件，如我们受教育的背景、我们当下的感官刺激和生理状态、环境、我们的遗传特质等，那么就可以声称，在如此广博的因果之网中，没有真正自由选择的地位，没有主动行动(与单纯的行为相对)的地位，进而没有道德责任的地位。由先前的事物状况所决定的东西，超出了我们控制的范围，我们不能因此而受到指责，当然也不能因此而受到嘉奖。

随着牛顿力学的成功，决定论成为一种活跃的哲学选择。但是，对于某些哲学家，当然包括对于许多神学家，还留有余地，他们坚持认为，物理学并不能束缚人的行动，也不能制约任何生命的行为。他们认为，生物学的王国超越了牛顿决定论的势力范围。对这一点的证明是，物理科学根本不能说明生物过程，更不用说像它在说明简单的运动物体之行为时那样既有威力又有很高的精度了。

到了19世纪中叶，决定论的反对派已经不满足于这样的想法：人的行动，以及一般来说生命的行为，免除了牛顿运动定律的约束。人的行动和生物学过程显然是目标导向的，它们之发生是为了某种目的，反映了我们努力奋斗的预定结局的存在性，反映了上帝轻松玉成的事物之宏伟蓝图的存在性。生物王国展示了极大的复杂性、多样性和适应性，不大可能仅仅是运动物质的产物；它之具有

设计的外观显示了上帝在背后的作为。的确，在达尔文以前，生物王国的多样性、复杂性和适应性，是上帝存在性以及赋予宇宙以意义的一种“计划”之存在性的最佳神学论证。（上帝的）这个计划，同时也是生物王国这三个特征的最好的科学说明。反对达尔文的神学家迅速认识到，正是达尔文的成就，摧毁了这种神启的形而上学世界观，他们不遗余力地进行着反击。在达尔文后来敢于发表《物种起源》时的20年以前，他在他未出版的笔记中写道：“人的起源现在得证了。形而上学必将兴盛起来。理解狒狒的人，将为形而上学贡献良多，比洛克(Locke)还多。”我不能总结达尔文本人在这里所感悟到的宗教本意到底如何(但可以参见第三章)。倒是可以说，如果达尔文对多样性、复杂性和适应性作为可遗传的变异和自然环境之选择的结果，所作出的进化论解释是正确的，那么除了牛顿所取得的钟表式决定论以外，宇宙本身也没有意义、目的或者可理解性(intelligibility)。这是一个深刻的哲学结论，这比决定论单纯说明大自然中所有的目的都是幻觉甚至走得更远。在所有人当中，牛顿和达尔文是哲学唯物主义(materialism)或者物理主义(physicalism)最强大的源泉，这种思想大大动摇了包括形而上学、心灵哲学(philosophy of mind)在内的传统哲学理论，进而可能威胁到道德哲学。

然而，20世纪的物理学进展和数学的基础撼动了哲学唯物主义的信念，而且不仅仅是在哲学论证层面。首先，试图把决定论的物理理论从可观测现象扩展到不可观测过程，遭遇了自然中的亚原子非决定论表象(appearance)。形势转变为，在量子过程的层次上，电子、质子、中子和构成光的光子的行为，以及α粒子、β射线、γ射线，都不存在放之四海而皆准的定律，定律似乎都具有不可消除的

概然性。这不仅仅意味着我们不可能确切地知道发生了什么，以及必须满足于概率上的了解；毋宁说，几乎所有物理学家都相信，物理学上已确认的观念是，量子力学的概率不可能以极高的精度说明物质（以及万物）的基本构成物的行为。也就是说，假定存在着（if there were）* 更深一层的一种决定论的理论能够以某种方式说明这些概率，但量子力学做不到。在下一分钟内，一个铀原子是否会放射出一个 α 粒子，可能具有 0.5×10^{-9} 的概率。任何进一步的考察都不会提高或者减少这个概率。在一分钟内将会放射出 α 粒子的那个铀原子的状态，与下一分钟内不放射出 α 粒子的铀原子的状态，是无差别的。在自然的基本层次上，同因同果原理（principle of same cause, same effect），不可避免地被违反。

当然，电子、质子和其他粒子可以聚集成分子的时候，它们的行为开始渐近趋近于牛顿力学所要求的决定论模式。但是，牛顿最终还是出错了，如果人们满怀希望牛顿理论所处理的可观测物体的世界免除了量子力学的非决定论，只需回忆一下盖革记数器（Geiger counters），把这种可观测的探测装置放在放射性物质周围，它的嘀嗒声意味着量子层次非决定性的 α 粒子发射，可以在宏观世界中产生观测上可探测的差别。

此时，所有这一切是否意味着，如果决定论是假的，自由意志和道德责任就被证明是我们哲学世界观的可接受的组成部分呢？事情并没有那么简单。因为，如果构成我们大脑过程的基本的亚原子相互作用根本不由任何东西决定，正如量子物理学告诉我们的，那么，

---

* 注意，这里用的是虚拟语气。也就是说，目前没有确凿的证据表明存在那样一种决定性的理论。虽然有人提出“隐变量”等尝试，但没有得到公认。——译者

在我们的行动中就更不必顾及什么道德责任了。因为行动将从自身没有任何原因的事件导出，对其发生根本不需要什么理由。简言之，量子非决定性进一步加深了人之主体角色（human agency）、慎思、真实选择、自由意志和最终意义上道德责任如何可能的神秘性。假设我们可以追踪你的行动，不管是道德上允许的还是道德上不允许的，比如追溯到你大脑中的一个事件，它自身没有原因，而是完全随机的、非决定的、无法解释的，无论你还是其他人和其他事物都无法控制它。好了，在这种情况下，没有人可以对那一事件的后果，包括出于和根据你的欲望、你的选择、你的行动的后果，承担任何道德责任。

如果科学为哲学所引导的方向是一条通往物理主义、决定论、无神论（atheism）以及或许还有虚无主义（nihilism）的单向通道，那么那些努力探索哲学问题的人，就将肩负起不可回避的智识上的责任。我们必须理解物理科学的实质性主张，我们必须掌握全面的信息，深思熟虑，慎重解释这些主张对于哲学问题的意义，我们必须理解科学作为对这些问题之解答的一个源泉所具有的力量和局限性。

但是事实上，科学为哲学所引导的方向决不只是通向物理主义、决定论、无神论和虚无主义的单向通道。自16世纪以来，许多哲学家和科学家已经承认数学家、物理学家和哲学家笛卡儿（René Descartes）的论证，心灵（mind）不同于身体（body）或者身体的任何部分，特别是不同于大脑。笛卡儿的追随者从未论证心灵没有大脑可以存在，好比人之生命在没有氧的情况下可以存在。但是，他们坚持认为，（正如生命不只是氧的在场一样）心灵也不等同于大脑。心灵是一种分离的、不同的实存（substance），一种非物理的东西，因而不遵从物理科学所揭示的定律。如果心灵确实不是一种物理上的东

西，这就将使人和人之行动免于遵守科学所揭示的**自然定律**（natural laws），甚至本身不需要进行科学的研究。情况变成，人和人的行动必须根据完全不同于自然科学所具有的那些方法来理解。或者情况是另一种样子，人类事务根本不可能被理解。

认为心灵是非物理的并且超出了自然科学探究的范围，这种观点或许令人惊慌，可能被斥为反启蒙主义，是智力进步的障碍。不过，责骂它并不能反驳笛卡儿及其他人为此所发展出的论证。由自然科学的方法和理论所激发出来的那些社会科学所具有的共同弱点，更使得人们对于拒斥笛卡儿式的论证显得犹豫不决。在社会科学中，导致我们缺少自然科学中所拥有的那种预测精度和说明能力的唯一障碍，是人类行为及其原因的更大的复杂性（greater complexity），事情真的如此吗？

对这一问题给出肯定回答的人，有心理学家和沿着计算机的路线试图把心灵当作一种物理装置理解的那些人。大脑的神经体系结构毕竟在许多重要方面像一台计算机：它通过把网络结点的状态推向“开”和“关”的电信号来运作。热衷于了解人类认知过程的心理学家试图使用计算机通过改变状态来模拟大脑，他们认识到，人类的大脑比目前最强大的巨型计算机威力强大得多，并且所采用的计算程序与我们目前为计算机所编写的程序完全不同。但是，如果大脑是一种高性能计算机，并且心灵是大脑，那么通过开发可以模拟比大脑稍逊的能力方面的简单的程序，借助观察计算机对于给定输入时的输出的办法，对认知的模拟至少将会告诉我们关于心灵的一些东西。

在这一点上，有人论证说，科学的发展对这种“科学上”激发出来的研究纲领提出了限制。关于计算机我们确切知道的是，它们的运行就是实现具有一定数学特性的软件程序。特别是，软件使得计

算机的运行与一种数学公理系统保持一致，能够使它推导出数量不定的不同的定理。看一个简单的例子，考虑计算机要做的算术计算。它可以做任何两个数的乘法。在有限时间内计算机唯一可以做的是，按照编好的程序运行，程序并不提供每一个相乘问题的正确答案，因为那样的话有无穷多种可能，为机器编写的程序只告诉它符合算术公理形式的乘法规则。当然，一台计算机实际上所能做的计算是受到限制的。玩过小计算器的人都知道有些什么样的限制。如果机器电力耗尽，或者相乘的数值位数太多屏幕写不下，或者有试图除以零这样的非法操作，或者命令机器去计算圆周率 π，那么它不会给出唯一的、完备的、正确的答案。在这一方面计算机倒像人脑计算器。

但是，在 1930 年代，奥地利数学家哥德尔（Kurt Gödel）从数学上证明，计算机在本质上不同于人脑计算器。随后，某些哲学家和科学家论证说，这一结果构成了科学理解认知和科学理解心灵的一个障碍。哥德尔所证明的是：任何足够强的包含所有算术规则的**公理系统**（axiomatic system）将会导出这样一个定理，作为一个蕴含后承（implied sequence）或者一个演绎导出的结论，它至少是一个自相矛盾的命题，可证明是错的或者必然假的。并且，任何保证完全排除了此种矛盾的公理系统，将是不完备的，即至少缺少一个在算术中可证明为真的命题。因为计算机程序是公理系统，这意味着，没有一台被输入程序的计算机可以正确地做出所有算术计算，如果所有正确的计算它都能够做出来，那么它所做的计算中至少存在一个计算是错误的。另一方面，给计算机编程，让它永远不出错的唯一方法是，同时使它不能胜任做出所有正确的计算。没有一台计算机可以运行一种包含算术、既正确又完备的程序。但是显然，这并不是给我们的

一种限制。现在，至少我们人类中的一员，比如哥德尔博士，证明了这一结果。他之所以能够做到这一点，是因为与计算机不同，我们的心智能够在一个完备的公理系统程序中识别出一个不一致的(inconsistent)命题，这一命题在避免了不一致性的其他公理系统程序(axiom system-program)中是不可证明的。于是，很显然，或者我们的心智，或者至少我们采用的思想规则，不仅仅是我们大脑硬件(或者湿件)上运行的软件。因为这一数学结果反映了对任何物理系统的一种限制，而不管它是由硅片、真空管、齿轮或者神经元和突触等什么物质构成的，所以有人指出人的心智根本不可能是物质的。因此，不能用适合物质对象的研究手段来研究心智，不管那些手段是在物理学、化学还是在生物学中发现的。

于是，这种现代科学(和数学)的结果趋向于削弱把纯粹科学的世界观作为一种哲学的信心。应当提醒读者的是，现在已经明确，上述从哥德尔的“不完备性”证明提取出来的结论是有很大争议的，决不是大家一致同意的。的确，我就不认为它证明了上面得出的那种结论。但是，要点在于，科学中像哥德尔定理这样的结果对于传统的哲学议程是极其重要的，即使如这一案例所指出的，它们暗示了科学世界观作为一种哲学具有局限性。

1.4 理解科学和理解西方文明

不管我们喜欢与否，欧洲文明对其他世界的唯一普适性的贡献也许就是自然科学。每一社会、文化、地区、国家、群体和民族都从欧洲人那里学习并采纳它，自然科学也许是在欧洲发展起来的唯一独享此荣誉的东西。西方的艺术、音乐、文学、建筑、经济秩序、法律法规和伦理及政治价值体系，并没有得到广泛的接受。的确，一旦

摆脱了殖民化，非欧洲人对欧洲文化的这些“恩赐”通常并不会拒绝。 非欧洲人没有否认科学，他们却否定了西方几乎所有别的东西。 但科学却不是这样。 我们甚至不必说“西方”科学。 因为没有别的科学，在2500年前的希腊人当中科学崛起了，在其涌现之前、之时和之后，科学都没有在别处真正独立地出现过。 促进西方在政治、军事和经济上统治其他世界的某些技术，如火药、活字印刷和烹调技艺，起源于别的地方，主要源于中国。 并且若干非西方文明保留了重要而周详的天象记录。 但是技术进步和天文历书并不是科学。 伴随这些成就的预测能力并没有转化成一种制度性的驱动力，来说明和改进散漫的理性理解，而理性理解才是从古希腊到中世纪的伊斯兰、到文艺复兴的意大利、到新教革新和20世纪现世主义(secularism)的西方科学的特征。

于是，在西方世界，存在着某种特别的东西，它导致了科学的出现，科学的起源也表征了独特的西方文化的价值。 西方文化和科学的特点彼此使得对方得以产生，这一直是这两个领域的学人值得讨论的问题。 关于这些特征究竟是什么，没有一致的意见。 不管其间的联结是什么，它决不是一种排除、抑制甚至阻碍非西方人发展出所有科学的一种东西。 这些人和更多的人全盘接受西方科学的理由，似乎显而易见又无可争议：科学有着长期连续的预测成功的记录，特别是它体现在增强了我们对环境控制的技术改进中。

如果正是预见能力和技术控制的持续改进使得科学对于非西方人具有吸引力的话，那么可以假定，这也是西方人相信科学的理由所在。 但是这并没有说明科学为什么起源于西方文明，也没有说明为什么其他同样重要的文化建制，如宗教、艺术、政治制度，似乎没有起源于单一的文化之中。 也许回答这个问题已经超出了我们的能力

所及。但是回答它的一个必要的步骤是，理解科学是什么，它如何运作，它的方法、基础和预设是什么。

这些都是科学哲学长期以来给自己定下的任务。我们如何把这些任务与20世纪晚期的科学之社会学、心理学和经济学，以及其他科学之社会的和行为的研究等领域的任务区别开来？这些领域在20世纪最后30多年中生长起来，现在这些领域中有一大批研究科学的学人，他们渴望增强我们对科学的理解。科学哲学对于所有试图理解科学的这些学科，要求具有某种优先性。

首先，这些智识探索活动本身被设想是科学的：在考察科学之社会的、心理的、经济的和政治的特征当中，它们希望尽可能地分享科学的方法。在我们搞清楚科学的方法是什么之前，在试图获得其科学的客观性方面，这些探索面临挫折和失败的风险。这并不意味着，在我们确切地阐明科学的方法是什么，并确切知道如何对其进行辩护之前，我们不能做任何有关科学的研究。但它意味着，我们应当研究那些在追求客观性中已经被广泛承认获得了成功的学科，以便有效地把可行的方法成功地运用到不太发达的学科，如科学社会学或者科学心理学。

我相信，这种细致考察不可能是社会学的、心理学的、经济学的或者政治学的，至少在一开始不是。因为，科学作为一种产品——概念、定律、理论、实验和观察方法——与科学作为科学家的一项事业，并不反映社会学、心理学、经济学、政治学或历史学等领域研究的那些因素的运作。看起来，驱动科学研讨、争论、接受和拒绝的考虑，是逻辑推理、证据、检验、辩护和说明的观念，这是自柏拉图以来哲学惯常的探索方式。如果最终，对这些观念以及它们在科学中如何运作进行分析和反思，都不能回答我们关于科学之特征的问

题，也没有支持它的主张以便提供其他探索活动未能获得的客观知识，那么我们可以实用地转向对科学本性的社会的研究和行为的研究，以真正阐发西方献给世界文明的这种独特贡献的价值。但是，首要的是，我们要努力钻研科学哲学。

小结

哲学是一门很难精确定义的学科，但是它所处理的各种异质性问题，与科学之间都具有一种共同的关系。本章把哲学定义为处理科学所不能回答的问题以及处理为什么科学不能回答第一类问题的问题的学科。

科学作为客观知识的一种来源的特殊地位提出了这样的问题：它是如何获得这种知识的，获得它是否还有另类源泉和手段。因为科学关于实在总是提供一种有影响力的描述，所以它在历史上对哲学问题的提出和表述就一直是最有影响力的。的确，某些哲学问题追踪着自然科学的变化。哲学家如何思考心智与它在自然中的地位、自由意志与决定论、生命的意义等，所有这一切都深受科学进步的影响。由于科学对实在的描述在过去的几个世纪里不断变化，于是哲学问题的本性也随之变化。

科学或许是西方文明独具特色的东西，所有其他世界都接受了科学，因为这一点，理解科学对于尝试把握其影响来说是重要的一部分，不管它对其他文化的影响是好还是坏。

习题

回答每一章后面供研讨的问题，并不只要求把该章中的内容重新表述一遍。毋宁说，它们提出了关于该章所遇哲学理论的一些根本

性的问题，圈定了一些有争议的论题，欢迎读者就它们提出不同于作者的见解，举出例子、给出论证；以及考虑正文中未能触及的问题，欢迎读者形成自己的理解。每章末尾提出的一些习题，值得在读过后面的章节后再重新思考一番。

1 本章从一个潜在有争议的哲学定义开始。请为哲学提出另外一种定义，要求定义能够解释这一领域中形而上学、认识论、逻辑学、伦理学和政治哲学、美学等不同部分的统一性。

2 捍卫或批评："科学是西方对世界的独特贡献，这种主张是民族中心论的、狭隘的，并且与理解科学的特征无关。"

3 "作为对世界本性的一种心胸开明的、客观的探索，科学应当欢迎某种非正统的研究，如应当鼓励另类医学办公室这样的部门所开展的研究。"你认为这一主张很有根据吗？

4 考虑到科学的世界观念在过去的几百年中不断在变化，哲学是否过多注意了科学的发现和理论在处理哲学问题上的重要性？

5 科学哲学关于科学本性的观念与科学社会学的观念之间，是否存在着竞争关系？

延伸阅读

想初步了解科学史，特别是自文艺复兴以来的科学史的读者，读巴特菲尔德(Herbert Butterfield)的《近代科学的起源》(The Origins of Modern Science)会有收获。库恩(Thomas Kuhn)的《哥白尼革命》(The Copernican Revolution)* 对 17 世纪的科学提出一种解释，作为科

---

* 中译本：库恩著，吴国盛、张东林、李立译，《哥白尼革命》，北京大学出版社，2003 年。——译者

学史家，他的思想对科学哲学影响最大。科恩(I. Bernard Cohen)的《新物理学的诞生》(The Birth of a New Physics)和韦斯特福尔(Richard Westfall)的《近代科学的建构》(The Construction of Modern Science)* 阐述了牛顿力学及其兴起。科南特(James B. Conant)的《实验科学哈佛案例史》(Harvard Case Histories in the Experimental Sciences)是另一部对理解物理科学的历史有帮助的重要文献。

20 世纪最重要的科学哲学家之一赖欣巴哈(Hans Reichenbach)，在《科学的哲学的兴起》(The Rise of Scientific Philosophy)** 中追溯了科学对哲学的影响。科学与哲学观念史的一部经典著作，是初版于 1926 年的伯特(E. A. Burtt)的《近代物理科学的形而上学基础》(The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science)***。

道金斯(Richard Dawkins)的《盲人钟表匠》(The Blind Watchmaker)是对达尔文主义和自然选择理论的精彩介绍。当然这不能代替阅读达尔文(Charles Darwin)的《物种起源》(On the Origin of Species)**** 本身。向非专家最好地介绍量子理论奥秘的是费恩曼(Richard Feynman)的《QED：光与物质的奇怪理论》(QED: The Strange Theory of Light and Matter)*****，而内格尔(E. Nagel)和纽曼(J. R. Newman)的《哥德尔的证明》(Gödel's Proof)提供了有关这一核心数学结果的通俗解释。

---

* 中译本：韦斯特福尔著，彭万华译，《近代科学的建构》，复旦大学出版社，2000 年。——译者

** 中译本：伯尼译，《科学哲学的兴起》，商务印书馆，1983 年修订第 2 版。注意，本书译者在正文中对此书书名的译法比商务版中译本多一个“的”字。——译者

*** 中译本：伯特著，徐向东译，《近代物理科学的形而上学基础》，北京大学出版社，2003 年。——译者

**** 中译本：达尔文著，周建人、叶笃庄、方宗熙译，《物种起源》，商务印书馆，1995 年。——译者

***** 中译本：费曼著，张钟静译，《光和物质的奇异性》，商务印书馆，1994 年。按费恩曼书中讲述的道理，此译名与全书精神不符，“理论”两字不能少，因为费恩曼只说我们提出的理论奇怪没有说自然界本身奇怪。——译者

科学社会学中的重要著作，始于默顿（R. Merton）的《科学社会学》（The Sociology of Science）*。关于科学社会学与科学哲学之间关系，不同于本章所阐述的一些观点，可从布鲁尔（D. Bloor）的《知识和社会意象》（Knowledge and Social Imagery）**中找到。巴恩斯（B. Barnes）、布鲁尔和亨利（J. Henry）合写的《科学知识：一种社会学分析》（Scientific Knowledge: A Sociology Analysis）***提供了对其早期强硬反派立场的一种修正。皮克林（A. Pickering）的《建构夸克》（Constructing Quarks）运用一种社会学的分析（sociological analysis）来解释科学发现。夏平（Steven Shapin）的《科学革命》（The Scientific Revolution）****把科学史和科学社会学结合在一起，反映了当前社会学家对科学史的思考方式。

---

* 中译本：鲁旭东、林聚任译，《科学社会学》，商务印书馆，2003年。——译者

** 中译本：布鲁尔著，艾彦译，《知识和社会意象》，东方出版社，2001年。——译者

*** 中译本：邢冬梅、蔡仲译，《科学知识：一种社会学的分析》，南京大学出版社，2004年。——译者

**** 中译本：徐国强、袁江洋、孙小淳译，《科学革命：批判性的综合》，上海科技教育出版社，2004年。——译者

第二章　说明、因果性和定律

概要

我们试图理解世界，科学与其他人类活动类似，都是对此需求的一种响应。不过，科学的行事方式不同于其他可能与之竞争的活动，如宗教、神话或者相关的常识。科学声称它提供了客观的说明，我们赋予它高于这些他择性事物的价值。这些主张近几十年似乎已成明日黄花，需要为之辩护。

关于科学如何作说明，存在着一些他择性进路，这反映了可以追溯到柏拉图时代的哲学上的根本差异，有的人把科学说明视为我们发现的类似于数学证明的东西；有的人把它当作人类建构的东西。逻辑实证论者试图为科学家建立一种渴求已久的、理想的科学说明标准。其他哲学家则试图理解，推理在科学家实际给出的说明中是如何起作用的。

理解科学说明的一个出发点集中于自然定律的地位上。**科学定律**(scientific laws)具有说明能力，据悉是因为它们描述了事物不得不

如此的方式。但是，事物不得不如此的方式，即自然定律的**必然性**(necessity)，从科学的观点看是颇难理解的。因为科学观察和科学实验从来没有表明事物必须如何，只是事物实际上如何。

对这个问题之回答的不满意，把一些科学哲学家的注意力从作为说明性的科学定律转移开去。这一进路导致这样一种说明理论，它注重说明(explanation)如何回答了人们的提问，而不是它们有多少成分必须是科学的。

2.1　我们为何需要一种科学说明的理论？

亚里士多德(Aristotle)说，哲学始于惊奇。而亚里士多德说的哲学指的是科学。亚里士多德是对的。科学寻求说明，以满足这种惊奇。但是，人类的其他行当亦是如此。为了寻求事物为何那般样子的说明，科学与其他行当的差别可以从一系列标准中找到，科学为自身设立了一些标准以规定何为一种说明，一种好的说明，一种更好的说明。科学哲学试图揭示这些标准，以及其他制约"科学方法"的规则。它部分是通过考察科学家所提出、接受、批评、改进和拒斥的诸多说明，而做到这一点的。但是，科学家所接受或者拒斥的说明，不能成为科学说明应当是什么之标准的唯一来源。毕竟，科学家在其说明性判断中并非不犯错误；更进一步，关于某些特定说明的有效性，关于科学说明整体上怎么样，科学家们自身也未达成一致。如果科学哲学的任务只是收集整理科学家关于何为科学说明的决定，它就不可能成为关于科学说明应当如何行事的一种建议的源泉。而事实上，在许多领域，特别是在社会科学和行为科学当中，科学家转向科学哲学寻求"处方"——如果作出的说明是真正科学的，这些说明应当满足怎样的规则。

如果科学哲学打算做的不只是描述某些或者甚至许多科学家所视为科学说明的东西，如果它认可一种或者另一种科学说明为正确的，它将不得不做更多事情，不仅仅是报告科学家自己如何看待那些事物。除了知晓科学家实际上接受或者拒斥什么样的说明，科学哲学将必须依靠哲学理论对这些选择作出评估，其中的哲学理论特别包括认识论的理论，即研究知识的本性、限度和辩护的理论。但这就意味着，科学哲学不可能逃避自苏格拉底(Socrates)和柏拉图时代就使哲学家大伤脑筋的最核心、最有特色和最艰深的问题。

有关知识(特别是科学知识)的本性、限度和辩护的问题，至少从笛卡儿和牛顿的时代就支配哲学了，他们两个人既是重要的科学家也是哲学家。在20世纪的大部分时间里，科学哲学家对这一问题的主流回答来自**经验论**(empiricism)：其主张是，知识通过经验得到辩护，科学的真理性不是必然的，而是**偶适真理**(contingent truths)，并且知识不可能超越经验王国。基于这种认识论，科学哲学的一个学派在两次世界大战之间主要在中欧兴起，这个学派采纳了这个运动的后期成员称呼自己所用的标签“逻辑实证论者”或者“逻辑经验论者”。**逻辑实证论**(logical positivism)试图通过把当代数理逻辑的资源与一种经验论的认识论组合起来，并仔细研究自然科学(特别是物理科学)中所采用的方法，来发展一种科学哲学。尽管**逻辑经验论**(logical empiricism)对科学哲学诸多核心问题的回答已经黯然失色，但是它所提出的问题仍然列在科学哲学持续关注的议程之中：什么是科学说明，什么是科学定律，什么是(科学)理论？确切说，经验证据在相互竞争的假说中间如何起判定或者选择作用？如果经验证据不足以在理论之间作出选择，或者不能这样做时，应当怎么办？

如果科学哲学放弃开处方的任何企图，或者如果自然科学家或社

会科学家决定忽略或者拒斥哲学家关于可接受的说明应当如何行事所开出的处方，那么这些问题是否就可以回避呢？ 近些年，某些自然科学家和社会科学家，会同某些历史学家、社会学家甚至某些哲学家一起，既拒斥科学方法有待从哲学的观点进行评估的主张，也拒斥哲学似乎可以指导其他学科在说明或者其他活动中应当如何行事的观念。 这种想法经常被标记为“后现代主义”(postmodernism)或者解构(deconstruction)。 本书将在第六章和第七章中讨论这些话题。 这些科学实践派学人拒斥认识论的重要性，或者拒斥几乎任何不是来自他们自己的特定领域的考虑以指导那些领域的研究方法。 根据他们的观点，好的经济学方法论就是那些领衔经济学家获奖工作的做事方法；心理学的有效方法就是主流心理学杂志上所发表的那些东西；如果进化生物学的说明在逻辑上或者证据上不同于化学的说明，那么这可能只是表明生物学的方法不同于化学的方法，而不是它们可能不适当。

这一策略既没有为科学家开脱掉要对其领域中正确的方法是什么而作出选择的责任，也没有使哲学问题消失掉。 它只是用一组认识论理论取代另一组，并将同样信奉某种哲学理论：在贡献于人类知识的迥异的学科中，总是存在少量也许共同的要素使得它们可以被视为知识。 这是一个认识论的论题，其本身需要论证，需要哲学论证。 这意味着，对于科学家来说，科学哲学是不可回避的。 自科学启动以来，也就是说自哲学启动以来，科学家不管愿不愿意，都必须就萦绕于我们文明的诸多问题选择立场。

2.2 定义科学说明

传统上科学哲学已经为“科学说明”(scientific explanation)寻找一

种定义，但不是那种词典定义。词典定义仅仅报告科学家及其他人实际上如何使用“科学说明”这个词组。传统科学哲学寻找任何科学说明都应该满足的一份条件清单。当所有的条件都被满足时，此清单保证了一种说明的科学适当性。换言之，传统进路是寻找一组条件，对于某个将成为科学说明的东西而言，这些条件单个看来是必要条件，合起来看是充分条件。这种“显式”(explicit)的定义*，或者如有时所称呼的那样，词典定义的这种“**精释**”(explication)**或“合理重构”，将把科学说明的概念描绘得既精确又有坚实的哲学基础。

显式定义给出了某一事物、事件、状态、过程或性质之为所定义术语(term)的一个实例(instance)的必要且充分的条件。例如，“三角形”可以显式地定义为“具有三条边的平面图形”。因为条件合起来是充分条件，所以我们知道，任何满足它们的事物都是一种欧几里得三角形。并且，因为条件个体上是必要条件，于是我们知道，如果某一个东西不满足其中的一项，那么它就不是欧氏三角形。此类定义的优美之处在于，它们排除了含糊性，提供了最大限度精确的定义。

科学说明概念的一种显式定义或者“精释”，在增加科学适当性的方向上，可以为评定说明或者改进说明提供一种类似石蕊指示剂的检验或者标尺，从而担负开处方的任务。哲学分析要导出这样一种精确的完备的定义，这种需求，部分反映了数理逻辑对科学哲学中逻辑实证论者及其直接后继者的影响。因为在数学中，概念就

---

* 在数学中，explicit definition 和 implicit definition 分别叫作显(式)定义和隐(式)定义。——译者

** 此词也译作“阐明”。——译者

是以这种方式引入的，要用前面引入的已经搞清楚的术语来给出显式的定义。此类定义的优点是明晰性：不会有骑着边界的情形，有关某个被提出的说明是否是“科学的”不会有不可解的论证。缺点是，对于大多数人们感兴趣的概念，通常不可能给出如此完备的定义或“精释”。

在一种说明中，我们称行使说明功能的句子为“**说明句**”(explanans, 复数为 explanantia)，称那些描述有待被说明的事件的句子为“**被说明句**”(explanandum，复数为 explananda)。由于在英语中没有与这些术语直接对应的简捷的单个词汇，这些拉丁词在哲学中已经变成了平常的用词。考察几乎所有科学家都认为可接受的各种说明，得知科学说明句通常包含定律是很显然的：当被说明句是一个特定事件时，如切尔诺贝利反应堆事故，或者哈雷(Halley)彗星在 1986 年秋季西欧夜空的出现；说明句还要求某些“初始”条件或者“**边界条件**”(boundary conditions)。这些条件将是对相关因素的一种描述，如哈雷彗星上次被观察时的位置和动量，或者出事故之前反应堆控制棒的位置等，这些描述与定律合在一起，可以导出被说明句中的事件。在说明某个一般定律的情形中，如理想气体定律 $PV=rT$，说明句将不包含边界条件或者**初始条件**(initial conditions)。而是包含其他定律，那些定律合在一起要说明它为什么成立。

考虑我们想知道天空为什么是蓝色的，很早以前我们就提出过这个问题，可能与其他问题一样久远。现在，它指地球上特定地点事物的一种特定状态。火星上天空的颜色被认为是微红的。于是，为了说明为什么地球上的天空是蓝色的，我们需要关于边界条件的信息、一个或者多个定律等方面的信息。相关的边界条件包括地球大

气主要由氮和氧的分子组成的事实。气体分子会按照英国物理学家瑞利(Rayleigh)首次表述的一个数学方程散射(scatter)照射到它上面的光，这已成为一条定律。任意波长的光被一种气体分子散射的量，取决于其“散射系数”$1/\lambda^4$，即1除以其波长的4次幂。由于蓝光的波长是400纳米(另一条定律)，其他可见光的波长要比它长一些(比如红光的波长是640纳米)，所以蓝光的散射系数要比其他可见光的散射系数大些。因此，地球大气的分子向地面散射更多的蓝光，散射其他颜色的光要少些，于是大气看起来是蓝色的。在物理学教科书中，会以更详细的方式给出这种说明，要导出相关的方程，还要计算散射的光量等。

来自社会科学和行为科学的例子更容易理解些，因为它们没那么定量化。但是在社会科学中，人们更难以遇到这些学科中每个人都能接受的说明，因为在这些学科中我们只发现了极少的定律，如果有的话。因此，某些经济学家在说明为什么利率总是正的(一个普适“定律”)时，要把它从另一个普适“定律”中导出，如这样的“定律”：在其他情况等同的条件下，人们更偏好于即时的、确定的消费，而不是未来的、不确定的消费。从这个定律可以得出，为了使人们将消费推迟到未来，你必须向他们支付利息，承诺他们将得到更多的消费，如果他们推迟消费的话，即把他们本来可用于消费的部分进行投资以便得到更多回报。对推迟消费的支付，是用利率来衡量的。与物理学类似，这里的说明是通过推导而进行的，这里是由其他一些定律导出一个定律(不是某一特定的事实)。在这里我们不需要边界条件，因为我们不是在说明某个特定的事实。但是说明仍然借助于定律，如果这些关于事理的概括(generalization)确实是定律的话。有些经济学家拒斥关于利率为什么总是为正的这种说明。他们

坚持认为，除了对即时消费的偏好外，还有其他因素，它们合起来才能说明这种概括。

一项科学说明为什么要包含一个或者更多的定律？定律具有说明性，这是什么意思？有一种回答认为，科学说明是因果说明（causal explanation）。科学家寻求原因。他们这样做是因为科学寻求说明，这使得科学能够控制和预测现象，并且这是只有关于原因的知识才能提供的东西。如果科学说明是因果说明，那么根据一种很有名的有关**因果性**（causation）的哲学理论，它必须显式地包含或者隐式地假定定律。经验论的因果性解释认为，原因与结果的关系只有在一个或者多个定律把相关的事件纳入其中（subsume）时，即把它们作为定律的具体案例或者操作实例加以覆盖时，才能成立。因此，说明句中初始条件或边界条件援引了被说明句现象的原因，被说明句现象是边界条件的结果，而边界条件的演化服从说明句中提到的定律。

根据经验论的观点，因果性由受定律制约的序列构成，因为除了以例证表现普适定律以外，所有因果序列没有其他观察上可以探测的共同的、特别的性质。当我们考察一个单一的因果序列时，比如说一个弹子球碰撞另一个弹子球导致第二个弹子球随后的运动，这与下述纯属巧合的序列没有什么两样：足球守门员戴着绿手套，她成功地挡住了一次射门。弹子球序列与绿手套守门序列的区别在于，前者是可以经常重复的序列的一个实例，而后者不是。在上一次，守门员戴着绿手套，但她没有挡住射门。

所有的因果序列都共享一件东西，而所有的巧合序列不具有，那就是它们是它们所例示的普适定律的实例。这一哲学理论源自 18 世纪经验论哲学家休谟（David Hume），它并不要求我们对所作出的每一因果性主张，都已经知道了一个或者多个连接原因与结果的定律。

孩子们通过承认花瓶掉到了大理石地面上（被动语态，没有指明谁把它掉在地上的），将给出花瓶何以破碎的说明，我们可以正确地作这种假设。我们同意，这一陈述指出了原因，即使无论孩子们还是我们都不知道相关的定律。休谟的理论并不要求我们知道。它只要求存在一条或者多条已经知道或者尚未被发现的定律可以对此负责。科学的任务就是去揭示这些定律，并用它们对结果作出说明。

如果科学说明是因果说明，并且因果性是受定律制约的序列，那么很容易得出科学说明要求定律的结论。科学说明要借助于定律，这一论证的麻烦之处首先在于，有几个重要类型的科学说明并不援引原因，或者不以任何明显的方式引证。比如理想气体定律，借助于气体的瞬时压强和它所占有的体积，说明了处于平衡的气体的温度。但是在温度、压强和体积这三者中没有哪一个可能是原因，因为三者同时成立。进而，关于因果性的本性，在哲学界已经争论了数百年。每一因果序列都是因果的，恰是因为它是受定律制约的，这是休谟的观点，无论如何人们对此没有达成共识。许多哲学家坚持认为，因果性是比事件之间仅仅规则性的相继出现更强的一种关系。因此，雷声在闪电之后规则性地出现，但闪电并非雷声的原因。它们是从云端到大地放电这个共同原因的联合结果。大多数哲学家同意，原因某种程度上要使结果必然地出现，而仅仅有规则性还不足以表达这种必然性。曾经首次提出科学说明的明晰解释的逻辑经验论者强烈希望，避免有关因果必然性的存在性与本质的传统争论。这些问题注定是具有贬义的“形而上学”，科学实验不可能回答它们，对它们的回答也不可能促进对世界的科学理解。此外，有些逻辑经验论者认为，因果性的观念是陈腐的拟人化的概念，具有人化主体，具有对其他事物之操纵和强权的误导性暗示。因此，对于科

学说明在其说明句中必须包含定律的要求，这些哲学家需要给出一种不同的论证。

逻辑经验论者所开创的有关定律在说明中的地位的论证，描述了他们所持之科学哲学的一些特点。一开始，这些哲学家就寻找构成说明句与被说明句之间的一种客观关系的科学说明的概念；这种关系就像数学证明中的关系一样，它之成立与人们是否认识它之成立无关；这种关系是充分精确的，我们可以板上钉钉地确定它是否成立，不存在模棱两可的情况。因而，逻辑经验论者拒斥把科学说明当作如下的一种尝试：满足好奇或者回答某个询问者可能提出来的问题。靠讲故事向孩子"说明"复杂的物理过程，以满足他们的好奇，相对说来是容易的。在这里，说明句对于被说明句的主观心理关联可能相当大，但是它们并不构成科学说明。逻辑经验论者并不热心于考察一项科学说明相对于提出说明请求之人的信念或者旨趣，可能更好一点还是更坏一点，更恰当一些还是更不恰当一些。作为对某人之疑问的回答的说明概念，并不是哲学家试图去阐述的那类概念。他们寻求的是对说明概念的精释，在科学中它将担负一种重要角色，此角色与数学中的"证明"概念相当。对逻辑经验论者而言，说明的问题就相当于为说明找到某些条件，这些条件确保说明句与被说明句之间有一种客观的关联。他们需要一种关系，它能够说明命题之间的客观关系，而不是说明有关远非万能的认知主体之关联的主观信念。

我们有必要暂停下来对比一下两种截然不同的科学哲学。一些哲学家寻求被说明句与说明句之间的一种客观关系，因为他们认为科学是由关于世界的真理构成的，真理之成立独立于我们的认识，独立于我们筹划去揭示它们的行为。因此，在这里科学是以柏拉图的方

式对待的，其追随者一直延续到今天，他们把数学设想为对抽象对象之间客观关系的一种研究，关系之成立与我们是否认识到它们无关。这种科学观或许直觉上比数学柏拉图主义更受欢迎一点，因为科学试图揭示的构体（比如基因）不像数那么抽象，而是比较具体。

与数学中的柏拉图主义相对比，还存在另外一些看法，有人认为数学真理不是关于抽象构体及其关系的，数学真理之为真，是根据关于宇宙中的具体事物的事实，它们反映了我们对数学表达式的用法。类似地，有人认为，不要把科学看成真理之间的抽象关系，而要把它看成一种人类建制，一组信念，一些我们在世界中行之有效地运用的方法。基于此，科学定律不必洁身自好，不必独立于发明和使用它们的人们。我们甚至可以通过反思发现与发明之间的差别，把握两类科学哲学之间的差异：有柏拉图主义倾向的哲学家把科学主张视为有待发现的真理；相反，另外一些哲学家把科学视为人类建制，由我们或者由我们中间的杰出科学家发明的用以组织我们的经验并且增强我们对自然之技术控制的某种东西。柏拉图主义者试图为科学说明寻找一种解释，科学说明使得我们着手发现的事实与/或命题之间的关系具有客观性；而另外一些哲学家把说明理解成本质上有关人的一种活动。逻辑经验论的说明模型所体现出来的科学哲学，把科学视为一种发现活动，而不是发明。在2.4节，我们进一步探讨这种主观/客观的对比。

逻辑经验论者所青睐的客观相关关系要求，如果被说明句事件已经发生了，人们也已经期望到这一点，那么说明句要对此给出合适的理由。你可能对这一要求感到惊奇。毕竟，当我们就一事件请求说明时，我们已经知道它会发生。但是，满足这一要求涉及出示进一步的信息，如果我们在被说明句事件发生之前就已经胸有成竹，我们

或许就可能期望它，预见到它。此时，什么样的信息会使我们满足这一要求？一则定律和一个边界条件或初始条件陈述，将会使我们满足这一要求，如果定律和边界条件合起来在逻辑上蕴含被说明句。逻辑蕴含关系有两个重要特征。首先，它是保真值的：如果一个演绎有效的论证的前提是真的，那么结论必定也是真的；其次，一个论证的前提是否逻辑上蕴含结论，这是一个客观事实的问题，它原则上可以机械地加以判定(比如，用计算机)。这些特征恰好符合逻辑经验论者就科学说明概念所作的一种精释。

对科学说明的这番分析，与哲学家亨普尔(Carl G. Hempel)紧密联系在一起，他对此贡献最多，阐述并捍卫了这个**"演绎-律则(D-N)模型"**[deductive-nomological (D-N) model, "nomological"来自希腊词nomos，意思是合法的、法定的]。批评科学说明的这种D-N解释的人，把它(及其统计推广)称作**"覆盖律模型"**(covering law model)，这个名称后来也被D-N模型的捍卫者所采用。当时亨普尔的基本思想就是上面提到的要求，即说明句给出很好的理由，使得被说明句的现象能够实际上发生。这构成了他关于科学说明的"普遍适当判据"。

在亨普尔的原始版本中，有关演绎律则说明的要求如下：

1 说明必须是一个有效的演绎论证。

2 说明句必须至少包含演绎中实际需要的一个普遍定律。

3 说明句必须是经验上可检验的。

4 说明句中的句子必须是真的。

如果用一组陈述去构造对某一特定事实的科学说明，那么这四个

条件对于任何这样的陈述集合被认为是个体上必要、合起来充分的条件。注意，满足这些条件的一种说明提供了足够的信息，使得人们能够预测被说明句事件或者类似诸事件的出现，如果人们知道初始条件或者边界条件成立的话。因此，D－N模型原则上同样适用于说明和预测这两者。事实上，这种使命已经从上面阐述的客观的相关性要求中看到了。

第一个条件保证，说明句对于被说明句的相关性。第二个条件之所以如此叙述，是要排除如下显然非说明性论证的一种说明：

1　所有自由落体都有恒定的加速度。

2　周一下雨了。

所以，

3　周一下雨了。

注意，这个论证满足有关说明的所有其他条件。特别是，它是一个演绎有效的论证，因为每一个命题都演绎地蕴含自身，于是2蕴含3。但是它不是一种说明，仅仅因为自身并不能说明自身！当然，它不是D－N说明还有另外一个理由：它所包含的定律在使演绎有效方面并不需要。考虑另一个例子：

1　这胎生下的所有小狗前额上都有一个褐斑。

2　费多是这胎生下的一只小狗。

所以，

3　费多在其前额上有一个褐斑。

这个论证并没有对其结论作出说明，因为前提 1 中没有自然定律。它至多是遗传重组的一种偶然事件。

第三个条件**可检验性**(testability)，用意是排除一些非科学的说明，即求助于不能由观察、实验或其他经验数据所确证或者否证的说明性因素的那些所谓的说明。它反映了经验论关于科学知识的认识论承诺：要求说明句之为可检验的，意味着排除非科学的、伪科学的说明，诸如由占星术士所提供的说明。可检验性究竟能够做到什么程度，我们将在第五章中再去讨论。

第四个条件(说明句应当是真的)是成问题的，它引入了一些基本的哲学问题，而且恰恰是逻辑经验论者希望通过对因果性的沉默而逃避的重要问题。每一科学说明必须包含一则定律。但是诸定律根据定义处处并且永远为真，不论过去还是未来，无论宇宙中的这里还是那里。照此，它们作出了不可能结论性地确立的主张。毕竟，此时我们无法企及遥远的过去，也无法触及哪怕最近的未来，更不用说遍历使定律为真的事件之发生的所有时间和地点。这意味着，我们确信为定律的命题至多是一些假说，我们无法确切知道它们是真的(见 2.4 节)。为了方便，我们区分一下“自然定律”和“科学定律”。前者处处并永远为真，不管我们是否揭示了它们；我们将把后者称为在科学中良好地确立的假说，它们代表着当前对自然定律的最佳估计。

由于我们不知道我们的科学定律是否是自然定律，即不知道它们是否为真，于是我们对某一说明是否满足上述条件 4——说明句是真的——没有把握。这种情形实际上更糟糕：因为我们关于自然定律先前已经提出的每一假说，被证明都是错的，都被后来更精确的科学定律所代替，所以我们有极好的理由假定，我们目前的科学定律(目

前关于自然定律的最优猜测)同样也是错误的。这样一来，我们有同样好的理由认为，我们当下的科学说明没有一个实际满足演绎律则模型。因为我们有理由相信，它们的说明句中至少有一个句子——科学定律——是假的!

但是这样一来，对说明的分析有什么用呢?据此我们可能从未阐明任何科学说明，只是充其量有对它们的逼近，逼近的程度我们从来不能测定吗?

我们可以通过弱化要求4来避免这个问题。我们不要求说明句是真的，但可以要求说明句应当是真的或者是我们关于自然定律当前最优的猜测。这一弱化了的要求有两重麻烦。何为我们关于自然定律的最优猜测，这决不是清楚和精确的。物理学家与社会科学家一样，不会同意哪一猜测是最优的，科学哲学家迄今没有解决如何在竞争的假说间进行选择的问题。事实上，对此问题考虑得越多，科学的本性就变得越成问题，我们会在第三章和第四章看到这一点。弱化真理性要求，把它变成只要求说明句包含目前最有根据的科学定律(即我们最优猜测的假说)，势必削弱D-N模型之主张在精释中的精度。

我们面对的第二个问题，是科学定律的本性和自然定律的本性。关于科学说明的四个条件中有两个诉诸定律的概念。现在这一点已经很清楚，某科学说明的说明能力事实上是由定律承担的。这是连那些拒斥说明的覆盖律模型的人也接受的东西(我们后文会看到)。科学定律起联结作用，它联系说明句之初始条件中提到的特定事实与被说明句中提到的特定事实。如果我们想解释清楚是什么使得D-N论证具有了说明威力，根源至少很大程度上在于它所诉诸的定律。可是，自然定律究竟是什么?

2.3 定律为何能够说明?

逻辑经验论者早就识别出定律的几个特征，后来人们对此有广泛共识——定律是诸如下述形式的普遍命题："所有的A都是B"或者"如果事件E发生，那么事件F就总是发生"。例如，"所有纯铁的样本在标准温度和压强下都导电"，或者"如果一块铁样本在标准温度和压强下被通电，那么这块铁样本会导电"。这些都是同一定律的术语上的变种。哲学家倾向于用"如果……那么……"这种条件句式表述其形式。定律并不隐含地或者明确地指向特定的对象、地点或者时间。但是这两个条件并不足以把定律与语法上类似于定律却没有说明力的其他命题区分开来。比较下面两个具有同样普遍形式的命题:

所有实心球状纯钚块的质量不超过100000千克。

所有实心球状纯金块的质量不超过100000千克。

我们有很好的理由相信第一个命题是真的：钚物质的量远在达到这个质量之前就自发地爆炸了。热核弹头就依赖于这一事实。我们也有很好的理由相信第二个命题也是真的。但是它之为真，只表现了宇宙的一种偶然性。或许宇宙某处可以有如此多的金子如此这般地聚在一处。可以这样讲，前一命题报告了一则自然定律，而后一命题仅仅描述了在别处可以不是这样的关于宇宙的一个事实。关于钚的命题是一条定律，看待这件事的一种方式是，对它何以为真的说明要求我们诉诸其他一些定律，而不是初始条件或者边界条件。作为对照，为了说明何以不存在100000千克实心球状金块，要求一些定律和一则边界条件或初始条件的命题，这些条件描述了金原子在宇宙中的

分布，金块是由此形成的。这表明，形式的普遍性并不足以使得一个命题成为一条自然定律。

哲学家已经揭示出来的真正的定律与偶然的概括之间差别的一个征象（symptom），涉及一种称作“**反事实条件句**”（counterfactual conditionals）的语法结构，或者简称为“反事实句”（counterfactuals）。反事实句是另一种类型的采用虚拟语气的如果/那么命题，有别于表达定律时用的陈述句。我们在日常生活中经常使用这样的命题：“如果我知道你要来，我就会烤一块蛋糕。”为了把定律与具有“如果……那么……”相同语法形式的非定律区分开，可以看下面两个反事实命题的例子：

> 如果情况是这样的：月球确实是由纯钚组成的，那么会有这样的情形：它的质量就应当不会超过 100000 千克。
>
> 如果情况是这样的：月球确实是由纯金组成的，那么会有这样的情形：它的质量就应当不会超过 100000 千克。

注意，这两个反事实条件句中的前件（紧随“如果”的句子）和后件（紧随“那么”的句子）都是假的。我们像下面那样用更加口语化、不太严格的方式表述时，反事实句子的这种语法特征就会模糊起来：

> 如果月球由纯钚组成，它的质量就不会超过 100000 千克。
>
> 如果月球由纯金组成，它的质量就不会超过 100000 千克。

于是，这两个命题都不是关于现实性的主张，而是关于可能性的，涉及月球分别由钚和金组成的事物的可能状态。它们都说，如果前件

成立（事实上不成立），那么后件将成立（尽管事实上两者都不成立）。现在，我们认为关于金的反事实句是假的，但是我们相信关于钚的反事实句真实地表达了一个真理。这两个语法相同的关于非实际事态之命题的差别在于，关于钚有一条定律，它支持了关于钚的反事实句，而关于金块的普遍真理并不是一条定律，而仅仅是一种偶然的概括。因而，它并不支持关于金的反事实句。

因此，除了形式的普遍性外，我们可以把我们的条件加到定律上去，使之支持反事实句。但是关键要记住，这是它们之为定律的一种征象，而不是它的一种说明。也就是说，我们可以通过考虑我们接受还是不接受何种反事实句，来指出我们视之为定律的概括与我们不视为定律的概括之间的差异。但是，除非我们理解了是什么使得真的反事实句独立于支持它们的定律而为真，否则定律支持反事实句这一事实将不会有助于说明定律与偶然概括之间的差别。

我们知道，定律支持它们的反事实句，而偶然概括并不支持。但是，我们不知道关于定律是什么东西造成了这种差别。可以推想，它们支持它们的反事实句是因为定律表达了前件和后件之间某种真实的联结，而在偶然的概括中前件和后件之间却缺少这种联结。因此，如果纯钚以一种球体形式存在，则有某种东西会带来或者必然要求这样的事实，它在质量上不能超过100000千克，而对于一个纯金的球体，没有什么东西使得它在质量上不可能那样巨大。

但是，反映后件被迫跟随前件的定律之前件和后件的这种真实联结，可能是什么呢？当然，定律并不表达逻辑必然性。或者至少在科学哲学中我们普遍相信这一点，理由是，对一自然定律的否定并不导致矛盾，而对一个逻辑上必然的命题如“所有整数或者是偶数或者是奇数”的否定必然是矛盾的。不可能设想对一个逻辑上**必然真理**

(necessary truth)的违反。倒是可以容易地设想对一条自然定律的违反：如果物体间引力的变化与它们之间距离的立方而非平方有关，这并不会导致矛盾。* 自然定律不可能是逻辑上必然的。

说定律反映了“律则的”、“物理的”或者“自然的”必然性而非**逻辑的必然性**(logical necessity)，这并不是关于定律之必然性的说明。一命题是逻辑必然的，如果它之否定是自相矛盾的，或者等价地说，如果其真理性是根据逻辑学规律。根据这一模型，一命题是物理上必然的或者自然上必然的，除了要求它是物理学的定律或者自然的定律之外，这是什么意思？如果这就是自然必然性或者**物理必然性**(physical necessity)的要害所在，那么为基于物理必然性或者自然必然性之上的定律之必然性提供理由，就相当于为基于定律自身的定律之必然性提供理由！这是一种循环推理，是没有出路的。

定律具有怎样的必然性而偶然的概括缺少怎样的必然性这个问题，恰好是逻辑经验论者在其说明之分析中希望避免的那类“形而上学的”问题，他们设法不涉及因果性概念。因为律则必然性恰好变成联结原因与其结果之间的那种必然性，而这却是单纯偶然性的序列中所缺少的。因果联结的本性变得不可避免，即使它是形而上学的。但是，或许我们可以通过更多地思考因果性，在理解是什么使得一则概括成为一则定律方面取得进展。在最低限度上，定律之必然性与因果性之间的联系将启发人们，科学说明乃是因果性的，即使在科学说明中不出现原因和结果这样的词语。

回想一下我们对因果序列与巧合的讨论。大致说来，在因果序

* 在现实社会中，可能情况正好要倒过来，自然定律是无法违背的，而逻辑规则或者推理中的逻辑必然性并非常常为人们所遵守，即人是无法真正反抗自然定律的，却可以违背逻辑规则。即使逻辑学家、科学家，平时说话也并非都符合逻辑规则。——译者

列中，结果由原因所引起，由它产生，结果由于原因的出现而发生，是必然呈现的。可以用这样一种方式表述为："如果原因不发生，结果就不会发生。"当我们试图理解定律的必然性时就会遭遇到一种反事实类型的命题。与因果序列相对照，在巧合序列中，在第一事件与第二事件之间就没有此种强迫关系。但是，这种因果强迫性(causal necessitation)是由什么构成的？宇宙中的诸事件之间似乎并没有任何"粘胶"(glue)或者其他可观测的或理论上可探测的联结。我们所能看到的，即使在微观物理的层次上，依然是一个事件被另一个事件跟随着。设想这样一个思想实验：一个弹子球击中另一个弹子球，第二个球开始运动，考虑一下这中间发生了什么。第一个球到第二个球之间动量的转移，只相当于说第一个球运动了，然后第二个球就运动了。毕竟，动量只是"质量×速度"，质量不变化，于是动量被转移时速度必然变化。考虑反事实句"如果动量没有被转移到第二个球，则第二个球就不会运动"，为什么不运动？弹子球是由分子组成的，如果考察分子层次上发生了什么，这会有帮助吗？好的，弹子球之间的距离变得越来越小，然后突然开始又变大，弹子球又相互分离。但是，在观察的层次之下，除了第一个弹子球之分子的运动，被组成第二个弹子球之分子的运动所跟随外，没有其他任何事情发生。打个比方说，没有任何东西从第一个分子集合上起飞然后降落到第二个分子集合上。第一个分子集合并没有长着一些可以伸出去的手去推动第二个分子集合。如果我们在更深的层次上考虑这个思想实验，比如在原子层次或者在构成原子的夸克和电子的层次上考虑，我们也将只能看到一组事件序列，一个事件跟随着另一个事件，这回只不过是亚原子事件罢了。事实上，第一个球表面分子中的外层电子甚至并不与第二个球的最近表面上分子的外层电子相接

触。它们相互靠近，然后彼此“排斥”，也就是说然后加速分离。似乎并没有我们可以探测到的甚至可以想象到的任何粘胶或者水泥把原因和结果联结在一起。

如果我们不能观察、探测甚至构想诸个体实例中原因与其结果间的必然性联结是什么，那么因果说明如何有效给出一种解释或者为何定律具有说明力的前景，就变得暗淡了。或者至少逻辑经验论者想以某种避免形而上学的方式做到这一点的愿望，将难以实现。因为说明性的定律与偶然性的概括之间的差别，因果序列与单纯巧合之间的差别，似乎是连科学本身也无法揭示的某种必然性。如果定律为何能够说明这一问题，由于这样的主张回答了，即它们是因果上、物理上或者律则上必然的，那么因果的、物理的或者律则的必然性是什么的问题，依然没有被回答。回答这个问题将把我们从科学哲学带到形而上学和认识论的最深境地，正确的答案可能就在那里。

2.4 反例与说明的语用学

科学哲学中的进展往往导源于对分析、定义或精释构造出**反例**（counterexamples），然后为容纳反例，要对定义进行修正。因为传统上逻辑经验论喜爱的那类分析，用个体上必要、联合起来充分的一组条件，为有待阐释的概念提供一个定义，所以反例可有如下两种不同的形式：第一，多数有学识的人将承认它们是说明的一些例子，但它们不满足一个或多个列出的条件。第二，没人承认它们是可接受的科学说明的一些例子，但它们满足所有的条件。

第一种类型的对 D－N 模型的反例经常可以在历史与社会科学中找到，其中被普遍接受的一些说明，通常无法满足D－N 模型设定的不止一个条件，特别是援引定律的要求。例如，在说明英国为什么

介入第一次世界大战与德国对阵时，似乎并不涉及任何定律。设想某人构造了这种形式的定律：“由条约保护的比利时的中立性一旦被破坏，那么缔约国就会对违约者宣战。”即使这个命题是真的，它仍然不是定律，不只是因为它涉及了宇宙中的某个特别的地点。如果我们把上述“比利时”用更普遍的词语“任何国家”所代替，结果会更普遍一些，但显然是错的。在捍卫D-N说明的过程中，对许多说明并不援引定律的反应是，这类说明只是“说明草图”，它们可以最终被充实起来以答复对D-N模型的责难，特别是一旦我们揭示了人类活动的所有的边界条件以及相关定律时。在自然科学中，这种类型的反例较难找到，D-N模型的捍卫者通过论证声称的反例并不满足所有的条件而确信他们能够应付这些情况。不妨考虑对“泰坦尼克”号沉没的说明。她之沉没是由于与冰山相撞。这种说明显然能被接受，即使人们对关于“泰坦尼克”号的定律一无所知，对触冰山而沉没的船只的定律也一无所知。人们通常也能够提出并接受这样的说明，尽管我们注意到人们对钢铁之抗张强度、冰之弹性系数或者1912年4月12日夜晚北大西洋具体的边界条件等一无所知。一个航海工程师大概会援引伴有边界条件(冰山的尺寸、“泰坦尼克”号的速度、船壳的构成、密封门的设置等等)的相关定律，这些构成了背后的说明草图，用它可以构造一个完整的D-N说明。

第二种类型的反例挑战D-N条件的充分性，认为条件不足以保证说明的适当性，这类反例可能更严重些。最有名的例子是由范弗拉森(Bas van Fraassen)给出的“旗杆影子反例”。就2000年7月4日下午3时(美国)蒙大拿州米苏拉(Missoula)市政厅50英尺高的旗杆，考虑下述的“说明”：

1 光沿直线传播。(一条定律)

2 在2000年7月4日下午3时，在旗杆所在处，阳光以45度角照射地面，旗杆垂直于地面。(边界条件)

3 旗杆投射的影子有50英尺长。(边界条件)

4 有两个角相等的三角形是等腰三角形。(数学真理)

所以，

5 旗杆高度为50英尺。

这个“说明”满足上述D-N模型的所有四个条件，却没有满意地说明旗杆的高度。人们认为，此演绎论证失败之处在于，它援引了旗杆高度的一种结果——它的影子，而不是它的原因——米苏拉市政厅女官员们的意愿。她们希望拥有一根比蒙大拿州海伦娜(Helena)的49英尺旗杆高出1英尺的旗杆。*

由这个反例有时可能得出极端的结论，如拒斥寻求关于世界上诸多事实的命题之间客观的说明性关系的一整套努力，而这世界独立于寻求说明并提供说明的人文语境(human contexts)。为了看出为什么这一动作可能有吸引力，可考虑我们是否能够构造一种语境，在其中，上述演绎对于旗杆之高度事实上是一种可接受的说明。例如，假定某城市的女官员们建造那旗杆，是希望纪念美国对平等和联邦制的承诺，在每年选定的庆祝美国独立日的爱国活动那一时刻，让它投射出与旗杆同样长度的影子，并且英尺数要等于美利坚合众国拥有的州的个数。** 范弗拉森论证说，如果真是这样的话，对于充

---

* 蒙大拿州地处美国西北部，西邻华盛顿州。海伦娜(Helena)在米苏拉(Missoula)以东直线距离约100英里，纬度差不多，两者都在蒙大拿州西部。——译者

** 让影子与旗杆等长，借以表示平等。美国全国有50个州，让影子长度是50英尺，借以表示国家统一(联邦制)。——译者

分理解该城市女官员们之美好愿望的任何人来说，用上述演绎论证中提到的用语作答，就是对问题“旗杆为什么是50英尺高？”的一个正确的回答。

这一论证是想表明，说明并非仅仅是一种有关逻辑和意义的事情，即不仅仅涉及句法和语义学。它同样也涉及**“语用学”**(pragmatics)，即涉及语言维度，这一维度反映了我们使用它的实际境况。我们可以对比语言的三个不同的方面：它的句法，包括语法和逻辑规则；它的语义学，指词的意思；及其语用学，包括作出某些恰当的或者有意义的陈述的诸条件。比如，“你不再打你老婆了吗？回答是或否。”这就是一个涉及语言的语用学的例子，这个问题只适合问打老婆的人(wife-beaters)。一个未婚的男人或者一个不曾打过老婆的男人，不可能用“是”或者“否”来回答这个问题。同理，如果说明含有语用学的要素，我们就不能指出什么时候某种东西成功地作出了说明，除非我们理解提供说明的人文语境。

可以这样说，在数学证明中，我们可以忽略语言的语用学，但是要指出，在科学说明中不能忽略。科学说明的分析中是否必须包含这种语用学的维度，是下一章的论题。但有一点可以指出，即使说明不可避免要涉及语用方面，依然可以坚持认为D-N模型为科学说明(scientific explanation)提供了重要的必要条件——对此某种语用的条件可能要添加上。的确，可以这样说，D-N模型提供了科学的(scientific)说明的与众不同的特征，而语用学要素提供了科学与非科学说明(explanation)共同的特征。

有时由旗杆反例读出的另一项涵义是，D-N模型在没有把科学说明限定于因果说明的情况下，是不适当的，或者至少在没有排除说明句要素在时间上迟于被说明句的情况下，是不适当的。注意，

2000年7月4日下午3时50英尺长影子的投射，发生时间要远迟于50英尺长的那一旗杆的首次被制造或者首次被垂直竖起。但是，作这种限制的原因是什么？显然这是因为我们确信，因果事件在时间上是向前(forward)滚动的，至少不会向回倒转(backwards)，所以某种意义上说明的方向必须顺从因果事件的方向。于是，我们可以给D-N模型添加一个附加条件：边界条件应当是被说明句的先在的原因。在说明的要求中加上这一条的麻烦在于，作为科学说明有时并不援引时间上先在的原因。比如，对于某容器中所盛的气体，假定我们用理想气体定律 $PV=rT$ 和瞬时压强及容积等边界条件，来说明处于平衡的气体的温度。如果这是一则因果说明，则它并不援引时间上先在的原因。

更糟糕的是，要保住D-N模型，这一附加要求需要求助于因果性，而因果性却是D-N说明本想保持沉默的东西。尽管逻辑经验论者作了努力，但是关于因果性之令人窘迫的形而上学问题，科学哲学家最终并不能继续保持一种有尊严的沉默，他们要承担另外一份义务：为统计说明的有效性提供一种解释。无论社会科学还是生物科学，长期以来都只限于提供这种说明，因为它们没有揭示出普适的非统计定律。亚原子物理学的非确定性(indeterminacy)，使这类说明从道理上说变得不可避免，不管我们关于大自然学到了多少。

把D-N模型扩充到统计说明，似乎是直截了当的事情。但是实际上，这种直接扩展是严肃对待说明之语用学的另一个理由，或者至少为把说明视为事实与信念之间的一种关系铺平了道路，事实是指关于世界之事实，信念是指请求说明的认知主体的信念。

例如，为了说明R女士在最近的选举中投了左翼候选人一票，我们可以引用边界条件：她的双亲一贯如此，并且统计规律是，80%的

选民按照其双亲投票的政治立场青睐来自同一阵营的候选人。因而这种说明的形式有两个前提，其中之一是一则普遍定律，或者至少是一条得到很好支持的经验概括：

说明句：

1　80%的选民依照其双亲（性别对应，即女儿按照母亲、儿子按照父亲）选择候选人的政治立场，为候选人投票。（已得到很好确证的统计概括）

2　R女士的母亲投了左翼候选人的票。（边界条件）

因而，有0.8的概率可以说，

被说明句：

3　R女士在最近的选举中投了左翼候选人的票。

但是，显然这一说明的论证形式不是演绎的。前提的真并不能保证结论的真：案例中妇女可能根本不投票或者投右翼候选人的票等等，结论与此都是相容的。

作如是观的统计说明是归纳论证，即它们为结论的作出提供了好的理由，但并不能像演绎论证那样保证结论的正确性。它们不能保持真值，或者不能像演绎论证那样为结论的正确提供保证（假定前提是正确的），这并不是归纳论证的缺陷。从有限的证据到普遍的定律和理论的所有科学推理，都是归纳的：从特殊到一般，从过去到未来，从即时感官证言到关于遥远过去的结论，等等。（我们将在第五章集中讨论此事。）

在这一案例中，选民80%按照其同性别父母的偏好投票，这表明R女士按照她母亲的方式投票有80%的概率。因此，与D－N说明一

样，这种所谓**说明的归纳-统计(I－S)模型**[inductive-statistical (I－S) model of explanation]较好地解释了被说明句现象有希望发生。然而，存在一种I－S模型必须面对的复杂情况。假定除了知道R女士的双亲都投左翼候选人的票，我们还知道R女士是一位靠自己的努力而取得成功的百万富婆。并且进一步假定，我们知道统计概括恰好表明，90%的百万阔人投右翼候选人的票。如果我们进一步知道有关R女士的事情和投票的模式，那么我们就不再认为这说明了她为什么像母亲那样投左翼的票并且80%的选民以他们父母的方式投票。因为，我们知道，她有90%的概率投右翼候选人的票。显然，关于女性百万阔人——她们的父母投左翼的票——我们需要某种别的统计的或者非统计的概括，以便为R女士为什么这样做提供一种统计说明。假定政治科学家研究的选民最窄类别(narrowest class)，包括了明尼苏达州靠自己努力而取得成功的百万富婆，并且假定其中75%投左翼候选人的票。那么我们可能从这一概括作归纳推断来说明R女士为什么如此投票，并且事实是，她是明尼苏达的一位靠自己努力而成功的百万富婆，她那样投了票，而这将被视为对事实的一种I－S说明。正因为这是我们拥有知识的有关选民的最窄类别，我们才知道这些统计规则性(都是真的)中哪一个适合于作说明。于是，为了得到I－S说明的一种解释，我们需要在D－N说明的四个条件上加上某种附加的条件：

5　说明必须为结论给出一个概率值，其值不高于已知的被说明句现象被相信落入其中的最窄相关参考类(the narrowest relevant reference class)的概率。

但要注意，我们现在已经放弃了逻辑经验论说明进路的一个基本承诺：我们已经把寻求说明并提供说明之主体的主观信念，当作科学说明中的一种本质要素。因为正是我们对用以构造统计规则性的最窄参考类的信念，决定了一项说明是否满足 I－S 模型的要求。当然，我们也可以从条件 5 中去掉限定“被相信”的字样，但是如果在我们的统计概括所报告的潜在过程真的是一种确定性的过程，那么我们的 I－S 说明将被还原成 D－N 模型，我们也就根本不需要对统计说明进行解释了。

或许，统计说明的诸问题及旗杆影子反例，应该强烈地引导我们选择不同于逻辑经验论说明理论的道路，它将重视说明的认识维度和语用维度。这些进路不是从一种很强的哲学理论出发，不会迫使科学实践就范，它们有时声称，会更重视科学家或者其他人实际寻求并发现的有关说明的令人满意的东西。

正视有关说明的语用/认识进路与 D－N 进路之差别的一种方式是，考虑下述三个不同的说明性请求，它们在句法上和语义上都有完全相同的表达方式：

a. 为什么<u>R 女士</u>杀了 R 先生？

b. 为什么 R 女士<u>杀了</u> R 先生？

c. 为什么 R 女士杀了<u>R 先生</u>？

楷体字清晰地表明，每一个提问都在请求获得不同的信息，可以说每一个提问都反映了知识上的差异。因此，第一个句子假定 R 先生之被杀不需要说明，只是就为什么是 R 女士而不是别人做了杀人这件事，需要说明。第二个句子假定，需要说明的是为什么 R 女士对

R先生的动作是杀戮而不是鞭打或者抢劫等等。第三个句子想了解作为R女士的牺牲品的人为什么不是别人而是R先生。由于强调的不同而产生了差别，但D－N模型对说明中所有这些差别都视而不见。一些拒斥逻辑经验论的哲学家发展出一种源于语用学的对科学说明的解释。

按照范弗拉森对科学说明的分析，称所有由同样的句子可表达的这些不同问题为“对照类”（contrast class）。称它们共有的句子为问题的“主题”（topic）。现在，为每一个问题分配一个三元集，它的第一个元素为其主题，第二个元素为按照请求说明之人的兴趣选择出来的对照类的元素，第三个元素是一种标准，规定什么可视作该问题的可接受的答案，此标准也是由寻求说明之人的兴趣和信息决定的。称对我们说明性问题的可接受回答的这种标准为“相关关系”，因为它确定了，什么样的回答将被判定是语境相关的，语境是相对于主题以及对照类之元素而言的。我们甚至可以把每一个说明性问题用这样的集合加以表示：

Q(为什么有关系 **Fab**)?

= 〈主题，对照类，相关关系〉

= 〈**Fab**，{**Fab**，**Fac**，**Fad**，...}，**R**〉

其中“**Fab**”读作“**a**对于**b**具有关系**F**”；因而**Fad**意味着“**a**对于**d**具有关系**F**”，等等。于是，如果**F**用于代表特征“……高于……”，则“**Fbc**”读作“**b**比**c**高”。如果**F**用于代表特征“……杀了……”，则**Fab**意味着“**a**杀了**b**”，等等。上述问题**Q**可以理解为，哪些着重点或其他语用要素对于精确阐明问的是什么问题是必

要的。例如，“为什么R女士杀了她丈夫”，将不同于“为什么R女士杀了她丈夫”。所有问题都有(语用学的)前提(“谁又把狗放跑了？”这句话假定那条狗曾经跑过，并且不是第一次，并且某个人需对此负责)。说明性问题也不例外。Q的前提至少包括下面几条：主题Fab(关于要说明什么的描述)是真的；其他可能性(其他对照类)Fac，Fad等等不发生。

最终，Q的前提包括存在对Q的一个回答，称之为A。A说明了Q，如果根据询问者的背景知识，在A与主题Fab和其余对照类{Fac，Fad，等等}之间存在某种关系，它们排除或者禁止其余对照类的发生并保证主题Fab的发生。在我们的例子中，我们寻找一个真命题，它在给定的知识下，具有主题与对照类之间那种关系：使R女士杀了她丈夫为真，并且这对于对照类元素为假。范弗拉森称A与主题和对照类之间的这种关系为“相关关系”。我们想更深入地了解这种关系。如果我们的回答A是，R女士想继承她丈夫的钱，那么背景知识将包括有关动机、手段和机会等通常的假定，那是警察局侦探拿手的内容。如果我们的背景知识包括这么一条：R女士本身就很富有，并且比她丈夫还富，那么相关关系可能会选择另外一个命题，比如，R女士有一种病态的贪婪。当然，在说明R女士何以杀了她丈夫这件事中，科学说明将假定一种不同的“相关关系”。范弗拉森实际上告诉我们，科学家在提供说明时所接受的理论与实验方法确定了一种相关关系，科学说明采用了这种关系，正是这一点使这种说明成为了科学说明。

这套办法如何能够帮助我们改进D-N模型呢？因为这种分析使得说明更加语用化，所以不但I-S模型没问题，而且在不同的语境中，也可以借助于旗杆的影长来成功地说明旗杆的高度。在旗杆的

例子中，如果我们知道米苏拉市女官员的平等主义与爱国主义激情，运用太阳光线、影子的尺寸和等腰三角形几何学的解释，是可以说明旗杆的高度的。同理，在I－S说明中，如果我们不知道R女士是一位百万富婆，并且/或者我们关于投票模式不知道进一步的统计概括，则初始的I－S论证将是有说明力的。

与其对付反例的能力无关，说明之语用进路有其自己的动机。对于一件事，我们可能把一个正确的说明与一个好的说明区分开来。这是D－N模型与I－S模型做不到的，但是语用解释能够提供这些。有些真的说明不好，而许多好的说明不真。对于第一种类型，一个在哲学中经常被引用的例子是，向一小孩说明为什么一个方形的塞子不可能恰好装进一个圆形的槽中，某人用了物质之量子理论的第一性原理(first principles)，而不是借助于孩子熟悉并且能够理解的事实。有关好的但不真的说明，这种例子在科学史中可以指被很好地确证过但又被超越的理论。物理学家很清楚牛顿力学的缺陷。但是牛顿力学依然继续提供着说明，而且是好的说明。

但是，对科学说明感兴趣的哲学家将会正当地抱怨，无论其优点有多么多，这种语用解释并没有阐明科学说明与其他种类的(非科学)说明之间的差别。实际上，有关说明的这种语用分析并不能使我们更清楚究竟是什么使得一个说明是科学的。它所告诉我们一切便是，诸说明是科学的，如果科学家提供并接受它们。我们想知道的是“相关关系”的标准，正是这些标准把科学说明与占星术的伪说明、把科学说明与历史领域或者日常生活中的非科学说明区分开来。如果关于相关关系我们不能说出更多东西，我们关于说明的分析就所得甚少，关于说明在科学中应当如何前行就不会指出什么方向，它也不会使我们有能力对科学说明与非科学说明进行划界。

小结

为了理解科学说明，我们的出发点是由逻辑经验论者提出的演绎-律则(D-N)模型(或叫覆盖律模型)。这种分析指出科学说明要满足若干要求，要提供好的理由，使得被说明句的现象处于预期之中。如果我们能够从一条或者多条定律及边界条件中演绎出欲说明之事件或过程的发生，那么我们就满足了这些要求。

因此，基于这种观点，科学说明的诸要求如下：

1 说明句逻辑上蕴含被说明句命题。

2 说明句至少包含一条演绎有效性所要求的普遍定律。

3 说明句必须是可检验的。

4 说明句必须是真的。

其中的若干条件提出了严肃的哲学问题。

一个特别重要的问题恰好是，定律为什么能够说明。定律能够做到这一点，是因为它们报告了因果相关性，或者有另外一种可能，它们表达了自然界中的某种必然性。基于一种影响广泛的观点，因果性只由受定律制约的序列构成，于是问题变为，如何把定律与不反映必然性的单纯偶然的规则性区别开来。这种明显的差别以定律支持反事实句的方式反映出来，但是这种差别本身只是一种征象，并不是其必然性之构成的一种说明。

物理科学中的许多说明以及社会科学中的多数说明并不显式地满足这个模型。D-N说明的倡导者论证说，说明原则上能够做到，并且如果他们想提供真正的说明，就应当能够做到。当然，许多说明近似于D-N模型，并且对于许多目的，此种“说明草

图”已足够好了。

其他一些哲学家既拒斥D－N模型又反对其动机。他们不再寻求一种客观标准并以此衡量对科学适当性的说明，他们把精力集中于揭示科学家——物理学家、生物学家、社会与行为学家等——实际给出的说明逻辑。当考虑逻辑经验论者对统计说明的解释[即归纳-统计(I－S)模型]时，我们发现了这种另类策略有吸引力的一个理由。因为，一个统计概括是否有说明力，似乎变成了这样的问题：寻求说明的人和提供说明的人，对于以背景信息的形式存在的总体(population)究竟知道什么。

但是，这种另类的“语用派的”说明进路并不能成功地区分出，究竟是什么使得科学说明不同于非科学说明。这会引导我们进入下一章将继续探索的诸问题。

习题

1 捍卫或者批评：“D－N模型或者覆盖律模型并不能阐明说明的本性。如果某人想知道在条件y下x为什么发生，当被告知x是那种在条件y下它总是发生的东西，这并没有阐明什么。”

2 支持反事实句只是定律之必然性的一种征象。这种必然性由什么构成？如果没有诸如物理必然性或者自然必然性这些东西，定律为什么能够说明？

3 每当我们看见剪刀喀嚓剪东西或者锤子当当砸东西时，我们能够直接观察到因果性吗？如果我们能，那么这有可能解决什么哲学问题？

4 捍卫或者批评：“D－N模型代表着对科学说明的一种恰如其分的渴望。它之使命没有完成这一事实，并不意味着它对理解科学

不相关。”

5　说明的语用学解释与 D－N 解释恰好在什么地方冲突？ 它们可以同时是正确的吗？

延伸阅读

关于说明、因果性与定律，以及科学哲学中其他中心论题的许多重要论文，收集在两大部文集中，一部是由博伊德（R. Boyd）、加斯帕（P. Gaspar）及特劳特（J. D. Trout）编的《科学哲学》（The Philosophy of Science），另一部是由柯德（M. Curd）与科弗（J. A. Cover）编的《科学哲学：中心话题》（Philosophy of Science: The Central Issues）。 收在这两部集子中的许多论文很艰深。 后一部文集编者特别加上了有说服力的评论，它有助于说明那些文章并把它们串接起来。

关于说明本性的争论始于亨普尔 20 世纪 40 年代和 50 年代撰写的经典论文，这些文章与他后来的思想一同收录于他的文集《科学说明的诸方面》（Aspects of Scientific Explanation）。 科学哲学中后来的许多文献，可以沿着亨普尔按照自己的思路提出的并在这些论文中加以处理的问题组织起来。 最后一篇文章，书名就来自这篇文章，介绍并答复了其他哲学家为响应亨普尔的说明而做的工作。*

关于科学说明本性随后的争论历史可以从萨蒙（Wesley Salmon）的《科学说明四十载》（Four Decades of Scientific Explanation）中追溯到，它首次以长篇论文的形式发表在萨蒙与基切尔（P. Kitcher）主编的“明尼苏达科学哲学研究”的第 13 卷《科学说明》（Scientific Explanation）

---

* 这篇文章标题与书名相同，当然因果关系是先有论文后有文集！ 在文集中此文处在第 4 篇标号为 12，即最后的一篇论文。 在英文版中，从第 331 页一直到第 496 页，篇幅很大。 ——译者

中。这卷文集收录了当代学者对科学说明本性的研究，萨蒙的长文是其一。萨蒙长期以来特别关注统计说明，他在《科学说明及世界的因果结构》(Scientific Explanation and the Causal Structure of the World)一书中处理了这些以及其他论题。

休谟在其《人性论》(A Treatise of Human Nature)* 第一卷中提出了他的因果理论。它在科学哲学中的影响不应当被夸大，尽管很少有人坚持这样做。对定律的晚近的逻辑经验论解释，是由艾耶尔(A. J. Ayer)在《一个人的观念》(The Concept of a Person)中的“何为自然定律”里提出来的。由比彻姆(T. L. Beauchamp)和本书作者合写的《休谟与因果性问题》(Hume and the Problem of Causation)阐述并捍卫了休谟的观点。麦凯(J. L. Mackie)写的《宇宙的水泥》(The Cement of the Universe)对围绕因果性、因果推理、定律与反事实句等问题提供了一种异常清晰的导论，他捍卫了一种经验论的却是非休谟的观点。图利(R. M. Tooley)写的《因果性：一种实在论的进路》(Causation: A Realist Approach)广泛讨论了非经验论的进路。米勒(Miller)写的《事实与方法:自然科学中的说明、确证与实在》(Fact and Method: Explanation, Confirmation and Reality in the Natural Sciences)捍卫了对说明的明确因果解释。

尼利(Kneale)写的《概率与归纳》(Probability and Induction)对定律之自然必然性提出了一种很强的、影响深远的解释。反事实条件句问题首次由古德曼(N. Goodman)在《事实、虚构和预测》(Fact, Fiction and Forecast)** 中提出来。对反事实句之特性最有影响的研究是刘易斯

---

* 中译本：休谟著，关文运译，《人性论》，商务印书馆，1980年。——译者

** 中译本即将由商务印书馆出版。——译者

(David Lewis)的《反事实句》(Counterfactuals)，及他在《哲学论文》(Philosophical Papers)第2卷中的“因果性”一文。

范弗拉森对说明的研究思路是在他的《科学的形象》(The Scientific Image)* 一书中发展起来的。阿钦斯坦(P. Achinstein)在《说明的本性》(The Nature of Explanation)中提出了与范弗拉森不同的一种语用说明理论。

皮特(J. Pitt)编的文集《说明的理论》(Theories of Explanation)重印了许多关于说明的重要论文，包括亨普尔的原始论文，萨蒙的“统计说明与因果性”，雷尔顿(P. Railton)的“概率说明的一种演绎-律则模型”，范弗拉森的“说明的语用学理论”，以及阿钦斯坦的“说明的言外(illocutionary)理论”。**

关于说明的其他重要论文也对说明作出了贡献，我们会在下一章末尾的“延伸阅读”中列出。

---

* 中译本：范·弗拉森著，郑祥福译，《科学的形象》，上海译文出版社，2002年。——译者

** 请教孙永平老师得知，illocutionary 是英国哲学家奥斯汀(J. L. Austin)提出的言语行为(speech act)理论中的一个基本概念，他把一句话所表达的意思区分为三个方面：1. locutionary(以言表意的)——这句话所表达的字面意思；2. illocutionary(以言行事的)——由说这句话本身所构成的某种行为；3. perlocutionary(以言取效的)——由说这句话对听者达到的某种效果。如某人说“我会在7点赴约”，说这句话的行为不仅仅是说了一句话，而且也构成了一个承诺，做了一件事。据北京大学出版社出版的英文版《语言学教程》，这三个词分别译作“言中的”、“言外的”和“言后的”。——译者

第三章　科学说明及其问题

概要

探索科学说明的本性，导致我们回过头来考察它们所援引的原因，以及连接原因和它们所说明的结果的定律。对因果说明的考察使我们弄清楚一件事：我们视作一个事件之原因的东西，几乎总是那些能够引起它的许多条件中的一个罢了，决不能保证它将必然发生。进而，我们所引用的大多数定律包含了**其余情况相同**（ceteris paribus）从句，即“假使其余情况皆相同”从句。这意味着，引用这些定律或这些原因的说明，不能满足逻辑实证论的要求：给出良好的理由去期待被说明句事件之出现。

情况可能更加严重，由于有“其余情况相同”要求，定律难于付诸经验检验：我们不能有把握地做到“其他所有事情都一样”。除了此种“其余情况皆同”定律，还有另外一些定律，它们只报告概率，有两种不同的类型。某些统计概括，如我们在第二章中所考察的，反映了我们有限的知识，它们是严格定律的一种临时替代物。

另外一些定律，如量子物理学基本定律，根本上是统计的，其统计性质是不可消除的。但是，这些非认识上的概率对于科学上的经验论者来说，是很难接受的，因为它们似乎并没有通过更基本的过程而得到阐释。

一些哲学家已经在探索科学说明更深层次的一种特征，不只是借助于定律和承诺报告因果关系。他们在说明——特别是定律的说明——通常提供的演绎系统的条件下，在缤纷现象的统合性(unification)中，寻找说明的本性。

但是除了统合性，人们从科学说明中还找到了更多的东西：目的(purpose)和可理解性(intelligibility)。对人类行为与生物过程的说明，可以通过援引其目的或者目标来进行，这样能够说明其行为(人们工作是为了挣钱；心脏搏动是为了使血液能够循环)。一方面，这些说明似乎并不是因果性的；在这些例子中，说明句毕竟是在被说明句之后才成立的。另一方面，目的性的说明似乎比物理学中的说明更令人满意。这些"目的论的"(teleological)——目标导向的——说明如何才能与因果说明协调起来，还是一个有待阐明的问题。

对科学说明的传统抱怨是，科学说明只告诉我们事物如何发生，而没有说事实上为什么发生。这种抱怨反映了这样一种观点，对事物完全的最终的说明某种程度上将展示宇宙的可理解性，或者表明，其中事物现实的运作方式是它们唯一可能的运作方式。历史上为证明这种必然性有若干著名的尝试，它们所反映出的关于科学知识本性的观念，根本上不同于激发当代科学哲学的那种观念。

3.1 非精确定律和概率

在科学说明中问题与回答之间的"相关关系"究竟是什么，回

答这个问题把我们带回了曾困扰 D－N 模型的同样的问题，D－N 模型表达的是一种客观的、不是认识相对化的（non-epistemically relativized）、世界中事件之间或者由这些事件使之为真的命题之间的关系。在 20 世纪的最后十多年里，对相关关系这一问题的两种回答浮出水面。第一种回答是由萨蒙（Wesley Salmon）作出的，回到了对科学说明的前实证论进路上去了：在科学说明中，问题与回答之间的相关关系要由一些回答来满足，那些回答揭示因果结构，正是因果结构使得答案 A 是对问题 Q 的一种解答，因果结构把命题“因为 Q 所以 Fab（与其他参照类相对比）”中的“因为”当作一种因果关系。有关科学说明中相关关系的第二种广泛讨论的理论，由弗里德曼（Friedman）和基切尔（Kitcher）给出。这种理论以相当不同的方式处理了因为－关系（because-relation）。它把科学说明视作影响我们信念中最大统一性的那些东西。在某些方面，这些观点是很不相同的，它们反映了科学哲学中一些根本性的意见差异，但是在另外一些方面，它们表明对有关说明本性问题的解决在多大程度上转变成了经典的哲学问题。

一项说明之所以是科学的，那是因为它是因果性的，这种主张在某种意义上回到了亚里士多德，他曾区分出四种不同的原因。当然，自牛顿以来的科学所接受的作为说明性原因的是“直推因”（efficient cause）的观念，直推因指直接在先的事件，它引起、产生、导致被说明句所描述的东西。物理学似乎不需要亚里士多德区分的其他种类的原因。这是因为物理学对机制的明显承诺——所有的物理过程都可以用体现于其中的推和拉得到说明，比如当弹子球相互碰撞时。生物学和人文科学显然要用到亚里士多德刻画的第二种不同类型的原因，即所谓的“最终”因（“final” causes），它是指使事件发

生的目标、目的、意图。例如，绿色植物使用叶绿素是为了催化产生淀粉，这似乎是生物学中的一条真理。后面我们还要返回到最终因上来。此时让我们考虑围绕直推因的某些问题，如果要用因果性来阐明科学说明，我们就需要处理这种原因。*

我们已经暗示了，其中第一个问题是，对因果性的本性的解释，必须能够使因果序列与单纯的巧合区别开来。如果这种区别建立在因果序列所体现的定律的角色上，那么我们要能够把定律与偶然的概括区别开来。我们很容易指出，定律支持反事实句，或者表达了物理的、化学的、生物的或其他类型的自然必然性，但是我们一定不要把这些征象当成定律与偶然概括之区别的根源。

关于“直推因”的第二个问题集中在因果说明在科学内外的实际角色，这会揭示其语用的维度、它们与定律的复杂关系，并且会展示实际满足D-N模型或对科学说明作类似解释的诸多困难。假如擦着一根火柴，通过援引其原因——火柴被摩擦——而得到说明。显而易见，摩擦并不是火柴点燃的充分原因。毕竟，如果火柴湿了，或者如果有一股强风，或者没有氧气，或者如果火柴以前被擦着过，或者其化学组分有缺陷，或者……或者……或者，火柴就不会着火。有关的限制条件没完没了。于是，如果摩擦是原因，那么原因至多是其结果的必要条件。并且所有其他限定提到了其他的必要条件——氧气的存在、没有受潮、化学组成没问题，等等。但是，这样

* 亚里士多德在《物理学》中提出了四因说。他讲的四因指质料因、形式因、动力因和目的因。这四者又可概括为两组：形式与质料，其中形式是由形式、动力和目的这三者合并而成的。这两组中他又认为形式比质料重要，主张用形式因统摄质料因。亚里士多德最重视的是目的因，他认为自然不会做无用或者无目的事情。他的目的论是一种内在目的论。此段中的“直推因”接近动力因，“最终因”接近目的因。进化生物学家迈尔(E. Mayr)在《生物学哲学》中还谈到近期原因(proximate causes)和终极原因(ultimate causes)两组概念，功能生物学一般谈前者，进化生物学一般谈后者，但这两组概念都不同于亚里士多德目的论意义上的最终因(final causes)等。——译者

一来原因与单纯的条件之间的差异何在？一些哲学家论证说，正是探究的语境(context of inquiry)，造成了这种差别：在一个抽成真空的房间的语境中，在这样的环境通常通过摩擦火柴头来检测其硬度，火柴的点燃原因不是摩擦，而是存在氧气(在抽成真空的室内没有氧气)。注意，这使得因果性主张与说明性主张一样，涉及语用学特征。如果我们的目标是，把说明奠基于世界中客观的因果关系之上，但由于对原因的解释只是相对于说明旨趣和背景知识的东西，于是此解释不成功。

如果原因只是必要条件，那么援引一条原因本身当然不能有把握地期待它的结果。我们需要确切地知道，与原因合起来导致结果的其他数量不定的许多正面的、负面的条件也满足了。现在我们能够搞明白一个理由，知道实证论者在寻找说明的载体时为什么宁愿借助于定律而不是借助于原因了。形如"所有 **A** 都是 **B**"或者"每当 **A** 发生，**B** 就发生"或者"如果 **A**，那么 **B**"的一条定律，满足了充足理由的条件，因为它的前件(**A**)对于其后件(**B**)是充分的。然而，如果定律提及了其后件的充分条件，并且如多数科学哲学家所坚持的，他们认同因果序列，那么这些前件就不得不包含所有与原因合起来共同引起其结果的必要条件。比如，关于擦火柴到火柴点燃的一条定律，要包含一些从句，除了提及擦火柴动作外，还要提到其他所有的条件，对于火柴点燃来说，它们个体上是必要的，合起来是充分的。如果这些条件的数量无限膨胀，定律就不能胜任，至少如果要用一个我们可以陈述的有限长度的句子进行表述，它做不到。这意味着，或者不存在有关擦火柴和火柴点燃的定律，或者如果存在，它的前件要包含某种总括性的"其余情况相同"(即 ceteris paribus)从句，来覆盖所有未阐明的甚至包括根本没有想象到的一些必要条件，而它们合

起来使前件对于火柴点燃才是充分的。

当然，不存在关于擦火柴和火柴点燃的定律。毋宁说，联结从擦火柴到火柴点燃的诸定律是多种多样的，数量很多，即使对于求助于擦火柴来做因果性说明的人来说，大多数是未知的。这意味着，多数一般的说明和许多科学说明只是我们所称的说明草图。它们满足 D－N 型的要求，只达到这样的程度：假定存在诸定律，已知的或者未知的，它们把边界条件与被说明句现象联结起来。因此，自然科学中的说明，并不援引所有相关的定律以证明为什么一个事件会发生，与历史和社会科学中的说明类似，皆为说明草图。它们所以是"说明草图"，乃因为说明者承诺存在某些定律或者其他东西，把边界条件(原因)与被说明句事件(结果)联结起来。

进而，如果定律所援引的原因对于其结果是充分的，那么我们所揭示的科学定律将不得不提及对于其后件必要的所有条件，或者不得不隐含或者显含"其余情况皆同"定律。于是，举例说来，卡特赖特(Nancy Cartwright)有如下的论证。比如，引力吸引的平方反比定律告诉我们，两个物体之间的作用力随其距离平方反比地变化。但是我们需要加上一个其余情况皆同条件，即其余情况相同从句，它将排除静电力的作用和磁力的作用。因为只存在数量不多的基本物理力，所以检验有"其余情况皆同"条件的定律的问题，在基础物理学中才是可解决的。但是，比如说在生物学概括中，我们需要保持恒定的条件数目极大地增加，这时候会怎么样？随着可能的介入因素数目的持续增加，定律的可检验性降低了，使得任何人都可以很容易地宣布已经揭示了一条科学定律。这反过来使因果说明或者 D－N 说明无足轻重。如果我们在说明中实际援引的大多数定律皆携带着隐含的或者显含的其余情况皆同从句，那么检验这些定律需要证明其

余情况确实是相同的。但是，对于不可一一穷举的诸多条件和限定，要做到这一点显然是不可能的。这就意味着，在有着无穷无尽其余情况相同从句的真定律，与没有真实律则(即基于定律的)力的伪定律——伪装的定义、星占原理、金字塔法力或水晶魔力等新时代玄秘(New Age occult)理论——之间，就不存在可以探测的差别。因为后者里面的“定律”也可以借用其余情况相同从句而逃避显然的否证。“所有室女座的人都是幸福的，其余情况相同”这样的一个命题不可能由于一个生于八月中旬的不幸之人而被否证，因为我们不能证明除了那个人的不幸以外，其余所有情况都相同。占星术对否证的此种免疫性，连同痴心妄想，可以说明其何以经久不衰。

关于定律的可检验性，某种程度上是第五章我们要详细讨论的内容，但这个问题的一些结果有助于我们理解科学是如何进行说明的。特别是，当我们把焦点从诉诸原因而转向诉诸定律时，我们回避了一个问题——因果判断的相对性，代价是不得不面对另外一个问题，即需要处理其余情况相同从句。这个问题由于当代的一场争论显得越发紧迫，在科学中的各种地方是否存在严格的定律，即存在无一例外的普遍真理，无需提及其余情况相同从句。比如，如果引力吸引的平方反比定律包含一个限制性条款，允许对于高荷载但极小质量的情况下由于库仑定律的作用而导致的反例，那么在科学中发现的不用其余情况相同从句的普适定律，也许就只有相对论和量子理论了。

对于在科学说明所报道的因果关系中继续寻求因果说明之本性的那些人来说，另外一个问题在于，许多此类关系正越来越多地以统计术语的方式报道。最常见的是认识性关系，如日光浴与皮肤癌之间的关系，就以统计学的形式报道的，但是却被认为表达了因果关系。我们容易说，A引起B当且仅当A的出现增加了B出现的概率，其余

情况相同，但是此时我们必须解剖这里的其余情况相同从句。因为我们相当清楚，统计相关性本身并不保证或者反映因果联结。但是伴随这个问题，还有一个进一步的同样严重的问题。我们需要了解在因果过程中实际使用的概率概念的含义。例如，人们普遍接受，吸烟会引起癌症，因为它与患肺癌的概率增加 40% 相联系。在科学中很重要的另一类因果主张，描述了事件如何引起概率的变化。比如，通过探测器 A 的一个电子将会改变另一个电子通过探测器 B 的概率，使之增加 50%。

这两种概率性因果主张是截然不同的。其一的意思是，某种程度上它是有关我们知识的一个命题。另一个是一项声称，人们假定它成立，即使当我们已经知道了有关电子要认识的一切。在我们理解因果性当中，它们两者针对着不同的问题。

对于吸烟致癌的说法，当一个吸烟者患肺癌的概率是 40%，而一个非吸烟者患肺癌的概率比如说是 1% 时，问题是两重的：某些吸烟者从来不患肺癌，而某些患肺癌的人从来不吸烟。我们如何来调和这些事实与吸烟增加了患肺癌的概率这样一个陈述的真理性呢？某些肺癌患者从来不吸烟，这一事实并不是一个严重的方法论问题。毕竟，同样类型的两种结果可以有相当不同的原因：火柴点燃可视为摩擦的一种结果，或者因为另一根已经点燃的火柴与之进行了接触，或者因为它被加热到了纸的引燃温度。第一个事实，即某些吸烟者不患肺癌，与吸烟致癌的声称比较难调和。哲学家提出的一个建议是这样的：可以说吸烟致癌，当且仅当，在我们所知的所有不同背景条件（遗传、饮食、锻炼、空气污染等等）下，吸烟与低于平均值的肺癌偶发性之间没有相关性，并且在一个或者多个这样的背景条件中，吸烟与肺癌较高的偶发性之间是相关的。

要注意的是，此番分析使得因果主张成了相对于我们背景条件之知识的东西。我们寻找一种能够反映独立于我们及我们对它们之理论化的事件、状态和过程之间的关系，可是到目前为止这种分析并不令人满意。但是，我们是否可以用“所有的背景条件”来代替“我们所知的背景条件”？那样将会消除对我们和我们知识的参照。不幸的是，这样做也将威胁到消除了我们正设法理解的概率。因为“所有的背景条件”意味着有关每一个吸烟者个体的详细而具体的因果相关的状况。并且当我们把这些背景条件细化到每一位个体，那么每一位个体患癌症的机会将变成0或者1，如果把吸烟及具体背景条件与癌症之间联结起来的潜在因果机制是一种确定性的机制，反映了严格的定律而不是概率的话。我们的概率原因将会消失。基于概率的因果陈述反映了我们可获得的信息，这样一个事实对于D-N模型或者任何把科学说明视作独立于我们信念的诸陈述之间的一种关系的模型，将构成一个问题。另一方面，如我们上面指出的，科学说明的语用学解释将需要补充一些条件，对于统计数据，什么样类型的信息将使得依靠它们的说明成为科学的说明。我们不能接受关于科学说明的这样一种分析，它使得任何人对一个说明性问题的回答都是科学上相关的。

与似乎反映我们知识之局限性的概率性因果主张相对照，量子力学向我们保证，有些物理学基本定律具有不可根除的概率性。这些定律形如“铀235的半衰期是 6.5×10^9 年”，这句话意味着，对于任何一个铀235原子，在 6.5×10^9 年后将衰变成一个铅原子的概率是0.5。这样的定律不单纯表明我们的无知，而且也不是通过精致化到严格的非概率性定律所能根除的。量子力学告诉我们，在现象的根本层次上运作的基本定律，只能是一些蛮横的概率陈述，进一步的科

学发现也不会使任何人将它们减少或者消除，以使之成为确定性的严格定律。有关铀半衰期的定律，赋予铀原子以一定的概率速率衰变的一种趋向、一种素质(disposition)*、一种偏好。但是，这些定律所报告的概率，又给我们带来了因果性的另一个难题。量子力学的因果性概率，是某些亚原子组构导致其他亚原子组构的“趋向”、“倾向”、“能力”、“偏好”或者权能(power)。

这些概率权能对于某些科学家和许多哲学家来说是一件麻烦事。这是因为倾向性只有通过用更深一层的更基本的非倾向性的术语来说明它们，才能得到理解。为了看明白这一点，可考虑一种非概率性的倾向，比如易碎性(fragility)。

玻璃杯是易碎的，当且仅当用充分强的力撞击它后它粉碎了。但是要注意，这是一个反事实的陈述，并且人们只在这种情况下接受它：存在一个支持它的定律，此定律报告了易碎的玻璃杯与它被撞击后粉碎之间的一种因果关系。并且关于易碎物体的这条定律之成立，是由于玻璃的分子结构与它被撞击后粉碎之间有一种因果关系。所有(正常)的玻璃杯都是易碎的，但是许多玻璃杯从来不粉碎。它们的易碎性在于，它们拥有该定律所报告的分子结构，而这种定律支持反事实句。一般来说，赋予某物一种倾向、能力或者权能，就相当于假设了在事物的非素质的结构特征与其行为之间的一种因果关系。所谓易碎物，就是说它具有一定的结构，一种此物体始终具有的结构，即使在它不被撞击或者粉碎时也具有。下面是另一个例子：说一块金属具有磁性，是指它能吸引铁屑。它之所以为磁体是

* 作为一个哲学名词，disposition很难翻译，它指由于下一层次的某种结构特点导致的一种外在的倾向性或者气质。也可译作“倾向”、品性或者“气质”。——译者

因为晶格内构成它的原子的排列方式，及这些原子中电子的定向。比如，这种排列在磁体中始终存在着，即使在它不对附近的任何物体施加磁力作用时也如此。

把这一结果应用到量子力学所报告的**概率倾向**（probabilistic propensities），就引出一个难题。因为这些概率是倾向或者素质（disposition），并且是物理学所报告的最基本的“底层”水平的特征，所以不存在更基本水平的结构特征来因果性地为这些概率提供基础。因此，它们是微观物理系统中“自由漂浮”的权能，是系统概率性地表现出来的倾向，但是，此种能力在没有被严格证明时，其存在性实际上没有进一步的因果基础。比较一下易碎性和铁磁性：如果在其背后没有某种实际的特性，如分子组成或者晶格中外层电子的取向，在玻璃杯和铁块中还会表现出那些潜能（potentials）吗？如果没有这样的一个“基础”，我们就不能理解作为具有因果基础的倾向、权能或能力的概率倾向。我们不能确立与其结果——它们所产生的量子效应发生的频率——有所不同的其本身的存在性。对于它们，独立于我们的需要，某种程度上没有任何办法能够在物理学的底层层次上为概率规则性提供基础。这种纯粹概率性的倾向，将与科学援引来说明结果的其他倾向性原因根本不同。量子概率倾向与易碎性或磁性或者科学研究的其他倾向性不同，超越了（直接或者间接）经验探测的范围，独立于它们拥有的特殊效应。它们确实具有因果必然性或者律则必然性概念的形而上学神秘性。

试图把科学说明奠基于因果概念之上的那些人，必须阐明一些问题。现在也许更容易看清楚为什么许多哲学家希望发现对科学中说明本性的一种分析，同时避免必须面对有关因果本性的难以对付的问题。对说明的这样一种他择性进路至少可以回溯到爱因斯坦（Albert

Einstein)的洞见，根据他的见解，科学理论化应当“目标在于与感官经验的整体进行完全的协调”，做到“逻辑上独立要素(基本概念和公理)有最大可能的精简性(sparsity)”。这一“精简性”的要求被转化成对统合性(unification)的一种探求。

从刻画提问与解答之间使一个说明之为科学的那种相关关系方面看，科学说明将是有利于统合的东西，能减少我们用以实施说明的信念的个数。有两个关键思想：首先，科学说明应当反映较特殊的东西从较一般的东西中的可推导性，以便使我们所需要的基本信念的个数尽可能地少。第二，我们所信奉的基本信念的个数受到使经验系统化的需要的约束。基于这一点，统合是科学说明的目标，这是因为，人们对世界的理解力随着我们所需要的独立说明句(independent explanantia)*的个数的减少而增加了。于是，在普遍现象的说明当中，使一个说明之为科学的，正是现象被证明是一个或者多个更普遍过程中的特例；在特定事件、状态或者条件的说明当中，使科学说明成立的是，说明句一方面广泛应用于其他被说明句，并且说明句通过表明它们是其他更普遍的说明句的特例，其本身与其他信念被统合起来了。根据科学说明的这种观点的主要倡导者之一基切尔的见解，统合的需要使逻辑演绎成为科学说明特别重要的一项特征，因为统合就是由此构成的。在第四章考察理论之本性时，我们会回过头来讨论演绎在说明中的作用。基切尔还要求实施统合的命题应当能够通过严格的经验检验。关于统合的这两个条件表明，这种他择性进路仍然分享了D-N说明模型的某些重要相似性。但是它声称比亨普尔的普遍适当性判据(说明句给出了很好的理由，以期望被说明句)更

---

* 英文原文此处有误，译文已经改正。——译者

深入了一步，触及了科学说明背后的一些特征。

统合性似乎确实对理解力有贡献。但是我们还要问个为什么。是什么使得一组关于自然的更简明的信念集合比一组不那么简明的信念集合更好，假定两者都同样好地解释了数据、观察、实验等证据？一种回答是，宇宙是简单的，引起所有现象的背后的因果过程在数量是很少的。如果是这样，追寻统合就还原为对原因的追寻，并且统合所陈述的说明相关性之判据将是我们上面所陈述的因果判据的一个变种。如经验论者长期坚持的，如果因果性涉及一些普遍性不断增加的定律，并且如果宇宙具有由较基本的因果序列与一些导出性的因果序列构成的等级层次，那么实施统合的说明也会彰显世界的因果结构。

现在，假定宇宙的因果结构永远隐藏于我们身后，因为它太复杂、太细微或者因为因果力作用得太快以至于我们难以测量，或者因果力作用太强以至于我们难以觉察。但是，进一步假定，我们依然能够实现信念统合，使得我们能使经验系统化，能够以足够高的精度对于我们所有的实际目的实施预测和控制。在这样的情况下，对于所有实际事务，统合将不会增强我们对世界运作方式的理解力，或者只能相当有限地做到这一点。

统合的倡导者可能有一种更多哲学倾向的论证，试图区分统合与因果性，并且倾向于统合。他们与其他科学哲学家一道坚信，世界的因果结构除了观察以外是不可知的，于是半路退出，只达到一种与认识相关的说明适当性判据。如基切尔那样，他们可能更激进地认为因果性由说明构成，或者因果性像说明一样，也是统合相关的。因而，统合是所有科学理解可以追寻的目标。在第四章讨论理论之本性时，我们会回到这些话题上来。

3.2 因果性和目的论

不管科学说明是因果的、统合的、律则的、统计的、演绎的、归纳的，还是它们的任意组合，有一个问题可能仍然存在：科学说明实际上如何以及是否回答了我们的说明性问题，是否实际传达了真正满足提问的某种理解力。一个长期占主导地位的看法认为，科学说明是有限的，最终不能令人满意，因为它不可能深入到事物的最底层。有时这种观点自我表达为这样一个论题：科学说明只能揭示事情如何运作，但是不能揭示它们为什么发生。因此，举例来说，人们认为D-N模型关于被说明句事件所能告诉我们的一切便是，它之发生是因为这样一个事件总是在一定的条件下发生并且这些条件得到了满足。当我们想知道为什么某事物发生，我们总是知道它已经发生，并且我们甚至可以知道与此类似的诸事件在它所发生的这样的条件下，也总是发生。我们想了解比它之如何发生更深一层的洞见。

当对科学说明表达了这样一种不满之时，应当追寻什么样的说明呢？这些更深层次的说明性需求，追寻对能展现这些需求之事物的一种解释，并且追寻一般意义上"可理解"的本性，以便阐述点什么，增加点什么，而不只是揭示该死的一件事伴随另一件事的一种模式。传统上，似乎有两种套路的说明试图满足这种需求，欲达到更深入的理解，而不只是物理学和化学所提供的推拉(push-pull)式的"直推因"(efficient cause)说明。

有时，对于一个说明的要求是，要证明所发生的事情在一种很强的意义上是不得不发生的，即它之发生是必然的，并且不仅仅是自然定律恰巧发生意义上的物理必然，而且是合理的可理解性或逻辑意义上的必然。这样一种说明将展示事物为什么不能以另外的面目出现，因为(比如说)自然定律不是关于世界偶然为真，而是必然

为真，那是世界呈现出来的唯一可能的方式。基于这样一种观点，万有引力作为逻辑上必然的事物，不可能与两物体距离的立方而非平方成反比地变化，铜在室温下逻辑上只能是一种固体，光速每小时不可能比现在的数值高出 100 英里，等等。这是一种可以回溯到 18 世纪唯理论哲学家莱布尼兹(Leibniz)和康德(Kant)的科学观念，他们给自己设定了一项任务：证明他们那个时代的科学理论不仅仅是真的，而且必然是真的，并且因此提供了可能知性(understanding)的最完备的形式。

还有第二种类型的说明策略，它寻求回应对因果说明不满意的情绪。而这要回溯到比那些 18 世纪哲学家要早得多的亚里士多德，他已经指出了问题中的那类说明策略。这就是“最终因”(final cause)说明的观念，它在生物学、社会科学与行为科学中，在历史和日常生活中是很常见的。在这些语境中，说明通过指出某物之发生的结局、目标、目的而得以进行。因而，绿色植物具有叶绿素是为了生产淀粉，凯撒(Caesar)越过鲁比孔河是为了示意他对罗马元老院的蔑视，中央银行提高利率是为了抑制通货膨胀。在上述每一个案例中，说明是通过指出被说明句事件、状态或者过程所“意欲”的一种结果来进行的，在这里是用结果来作说明的。这些说明被称作“目的论的”(teleological)，此词来自希腊词“telos”，表示结局、目标、目的。这种形式的说明有极其自然和令人满意的地方。因为它似乎满足了我们质朴的说明旨趣，它可以作为说明的一种范式。而非目的性说明在某种程度上没有提供如此的说明满意度，它们被污蔑为不完备的或者是不适当的。它们没有给予我们最终因的、目的性的说明所提供的那种“为什么”的东西。

以上第一种说明把所发生的事情作为逻辑上必然的、不允许有他

择性的过程，第二种说明诉诸**目的论说明**(teleological explanations)，两者的吸引力都基于非常有争议的哲学论题，基于多数哲学家所抛弃的一些主张。如果这两类说明基于成问题的假设，那么结局将是，虽然感觉到“直推的”因果说明是不够的，但它仍然是科学或者任何其他智识努力所能提供的最好的说明。

目的论说明似乎是用它们的结果来说明原因。例如，心脏搏动(原因)是用血液循环(结果)来说明的。自牛顿时代以来，此类说明对哲学家来说是可疑的，因为用17世纪哲学家斯宾诺莎(Spinoza)的话讲，它们“倒转了自然的顺序”，用后来的事件(结果)来说明先前的事件(原因)。如果未来事件不存在，那么它们就不可能对产生早先的事件负责。物理学不允许因果力(或者其他类似的东西)在时间上倒着走。进而，有时用来说明其原因的目的，永远不会实现：即使因缺少二氧化碳阻止了绿色植物利用叶绿素去生产淀粉，仍然用生产淀粉去说明叶绿素的存在。因此，在物理学中，物理学理论本身排除目的论说明的可能性，由于目的论要求用未来决定过去。

因此，现在似乎有三种可能性：如果物理学不允许“最终因”，要么是根本没有这样的过程，要么是生物学过程及其他显然的目的论过程不能完全化归为物理学过程，要么是尽管它们表面上如此但当我们真正理解到它们如何运作时，目的论过程并非真正不同于“直推的”因果过程，它们只是看起来不同。对于第三种可能，一旦我们理解了目的论过程是如何运作的，我们就会发现它们只不过是复杂的因果过程罢了。

前两种可能在哲学上是有争议的：很难否认自然界中的事物具有意图，并且在物理学方法和生物学方法之间划出界限，容易贬损生物学。第三种可能性首先值得探索。求助于意图的说明，真的可以变

成与物理学所采用的类型相同的平常的因果说明吗?

人们普遍认识到，日常生活中常见的人类行为的目的论说明是不成问题的，因为它们确实是平常的因果说明，其中原因是欲望和信念。这些说明只是看起来像目的论的说明，因为欲望和信念是关于未来状态或事件或条件的，并且它们是用这些未来状态来指明的。因此，我周一购买了一张“欧洲之星”的车票，可以用“下周五要去巴黎”的欲望来说明。* 但是这种欲望在上周日就有了。这里面没有涉及未来的原因，尽管描述先前原因(周日感受到的欲望)时，用到了有关其“内容”(我下周五要去巴黎的未来结果)的词语。如果这些说明是因果性的，那么可以假定有一条或者多条定律联结作为原因方的欲望、信念与作为结果方的行动。社会科学中许多说明和理论预先假定，存在着这样的定律，其一表现为理性选择理论：“主体会选择可以采用的将保证他们最强欲望的那种行动，假定其他情况相同。”经济学家所发展的这种理性选择理论是否是一种真正的普适定律，与它在社会科学、历史和日常生活中是否适合于提供因果说明，是两个不同的问题。在这些领域中，它的说明适当性是没有争议的。

在我们的文化中，欲望/信念-作用说明模式可以回溯到任何有记载的历史。它们是一些我们用来解释我们的行动和为我们自己的行动作辩护的说明。只要我们给自己设定了试图理解我们的行动的任务，欲望/信念-理性选择说明句就为被说明句提供了自然科学中所缺乏的一种“可理解性”。揭示出激励一个人之行动的欲望和信念，

* “欧洲之星”(Eurostar)是连接英国与法国/比利时的一种直达高速列车，也译作“尤斯达”。它通过海底隧道运行。乘客从伦敦市中心上车3小时后可到达巴黎。每天有十多次列车往返于巴黎和伦敦。——译者

就为欲望和信念提供了意义。这种或者类似的意义概念，正是自然科学提供的说明中所缺少的。

于是理性选择说明最终是因果的，而不是目的论的：如果说明所援引的欲望和信念是说明所解释的行动之原因，那么它不可能是目的论，而目的论似乎想给出满意的完备说明。毋宁说，欲望/信念说明为行动所提供的是“可理解性”或者“意义”一类的东西，而这是物理科学所缺少的。如果理性选择说明所提供的意义或者可理解性启动了联结信念、欲望与行动之间的一种因果定律的运作，那么最终在人类行动之说明与物理学之说明之间，就不会有根本性的差别。并且在欲望和信念并不出现的地方，如在物理学、化学、生物学和其他自然科学当中，要求一种揭示事物意义的更令人满意的说明形式，将是没有根据的。

部分是由于这个原因，在心理学哲学和社会科学哲学当中，关于欲望和信念究竟如何说明行动以及它们是否能够因果地做到这一点，长期以来就存在着争论。如果欲望/信念理性选择说明终究是非因果的，那么，首先，意义不可能因果地被捕获；其次，人类行动不可能被科学地处理；最后，追寻意义的努力超出了人类能力所及，如果行的话也必然超出了自然科学的范围。

通常正是在这一点上，为了说明自然现象，宗教及其他非科学的努力找到了机会。通过坚持即使对于物理事件和过程，也总是需要意义或者说明的可理解性，它们想削弱科学对事物能提供完备之说明或者甚至任何能令人满意之说明的主张。如果自然过程不是人类欲望和信念的结果，那么对它们的唯一完全满意的说明将由超人、神圣意志，或者一个上帝来给出。这个上帝的“欲望”和“信念”，他或者她的无所不知、无所不能的意志，产生了事件并给事件以意义，而

自然科学只能追踪即时先在的原因。

在生物学中，至少直到19世纪中叶，有关有机体的一些关键事实都是用这种特别令人满意的方式来说明的，这一假设被认为是合理的。在达尔文的自然选择进化论之前，对生物有机体适应性和复杂性最受欢迎的说明，都通过求助于上帝的设计而给出。生物学家根据它们在计划中所担当的角色识别出每一个组分，此设计使生物有机体成为可理解的，给出了它们每一部分的意义。然而，随着达尔文进化论的到来，进化被视为可遗传变异的结果，而变异对适应需求是盲目的，并且自然选择能够滤除不适应者。这样一来，适应和复杂性(complexity)被视为设计的结果的假设，实质上就变得不那么受欢迎了。自然选择学说所表明的是，设计的外表可能是纯粹因果过程的结果，其中不存在目的、目标、结局、动机、意志，等等，它们不起任何作用。因此，绿色植物产生叶绿素，是因为在某一时期通过盲目的变异，它们的祖先拥有了叶绿素，并且这种拥有是可遗传的，叶绿素恰好能够催化淀粉的生产，而生产淀粉又能保持植物体存活。这就说明了为什么后来的植物拥有叶绿素。我们原始说明中的“为了”(in-order-to)此时在原因论(etiology)意义上得以兑现，即自然选择的过滤排除了那些缺少叶绿素或者缺少它的化学前体的植物，选择了那些拥有叶绿素或者可以通过突变由其前体变得越来越接近于目前绿色植物所拥有的叶绿素的植物。至于第一批前体分子从哪里来，以至于大自然在此基础上选择、选择、选择，一直到出现叶绿素，这个问题可以这样看，第一批前体是纯粹非预谋的化学过程的结果，此过程可以通过化学得到说明，无需求助于植物的适应性品性。

如果我们认为达尔文理论的证据是充分的，我们必须得出结论，

不仅设计的外表可以在设计不存在的情况下产生出来，而且也没有神，其计划导致了生物系统的适应和复杂性，在宇宙中没有发现意义，也没有发现任何真实的可理解性。或许在科学家的**本体论**(ontology)中，仍然可以保留上帝作为第一原因(first cause)的神性的观念，但是在自然之旅中，不存在上帝之干预所赋予的宇宙意义。

因此，从现代科学的眼光看，要求比因果说明提供更多的东西，要赋予自然可理解性，或者给出其过程的意义，以便在给出事物之目的论的意义上表明事情为什么会发生，这种要求是没有根据的。对意义的诉求，是基于对宇宙本性的一种事实上的误解。我们知道这是一个误解，因为正如 18 世纪物理学家拉普拉斯(Laplace)* 在回答法兰西国王关于拉氏体系中上帝的位置时所说的："陛下，我不需要这个假设。"如果我们能够说明一切是如何运转的，它们的"直推因"是什么，并且没有迹象表明事情会符合于某个人的计划，那么也就没必要对因果说明表示不满，人们也就不必时不时地表示出要追寻"事情的全部意义"了。

当然，以这种方式论证的哲学家正在把一个非常重要的科学问题置于一旁：我们是否需要超出科学所支持的范围，假定某种进一步的力、事物和过程以便说明自然？因为科学既是不完备的(incomplete)又是可错的(fallible)，所以我们不可能排除这种情况，进一步的证据或者甚至以前被误解的证据，将有可能指导我们得出结论：需要这种非物理的因素，并且它们可以表明事物具有超出我们迄今为止所想象的意义或可理解性。不同哲学家对科学主张的理解

---

* 原文说他是 18 世纪物理学家，当然从生卒年份(1749～1827)看也不错，但是《天体力学》各卷出版于 1799～1825 年，显然是 19 世纪的事了，他将其示于拿破仑也只能是在 19 世纪。——译者

是不同的。有的哲学家相信非科学的考虑，而有的哲学家认为，对因果说明不满并视因果说明原则上不适宜提供完备之理解的见解，是没有道理的。

3.3 从可理解性到必然性

对因果说明不满有两种源泉，我们还留下第一种源泉没有考虑，其不满表现在认为因果说明没有提供可理解性，这指的是以不同于在设计和意义那里提到的那种可理解性的感觉。这种感觉以为，可理解性是自然历程之为必然的一种明证。它是这样一种感觉，以为事物不可能以其他不同的方式展现出来。许多哲学家和其他人均持有这样的观点：科学说明应当揭示负责自然历程的潜在机制，此机制必然是真的。18世纪两位重要的哲学家莱布尼兹和康德曾论证说，科学的确事实上展示了此种必然性。按他们的理解，科学的说明与科学一样是完备的，什么都能解释，不允许他择性解释，并且因此具有最高程度的确定性。莱布尼兹试图证明，一旦物理学知识是完备的，我们就可以看到，每一定律都与其他科学理论紧密契合在一起，以至于一丁点的偏差就可能扰乱整个科学理论的结构。如果其他定律没有什么不同，万有引力吸引的平方反比律就不可能是立方反比律，并且此一定律中的差别可以导致其他定律中进一步的差别，直到我们发现一个或者多个变化导致逻辑矛盾和不协调。因而，完备科学的套件——所有定律——将是逻辑上必然的，并且存在一种逻辑上的不可避免性，使得定律所控制的自然历程被如此这般地演播出来。莱布尼兹并没有对这一观点进行直接论证，以表明我们最好的科学理论中的改变实际上会如何导致不协调。他不能做到这一点，因为他那个时代的科学知识太不完备了，他甚至没去尝试。现在仍然太不

完备，以至于不必去证明此种不协调。进而即使我们得到了科学定律套件，它们合起来可以说明所有的现象，我们也需要某种保证：它是可以做到这一点的唯一可能的一组科学定律套件。我们所有科学定律的逻辑一致性——的确它们被安排在用公理体系联结起来的一种演绎秩序当中——这本身还不足以排除其他可能的公理体系的存在，而不同的公理和定理有可能对现象进行同样的系统化(systematization)。这就是**“亚决定性”**(underdetermination)问题，在下一章我们还要回来讨论它。同时，莱布尼兹的观念所要求的是给出一种论证，这些能够说明一切的逻辑上一致的套件的公理，其本身是必然的真理。这便是康德着手提供的东西了。

康德曾论证，至少牛顿力学基础中很大成分是必然真理，并着手证明这是如何可能的。他的理论坚信，空间与时间的本性、每一个物理事件都存在一个原因(因果决定论)，以及举例说牛顿的质量守恒原理，都是必然的，因为它们反映了像我们这样的认知主体可以组织我们之经验的唯一方式。于是这些原理被称作**“先验的”**(a priori)，它们独立于经验、观察、实验，是通过心灵对自身能力(即纯粹理性)的反思得到的。与莱布尼兹不同，康德认识到科学定律并非逻辑真理。与逻辑定律不同，并且与根据定义而为真的命题(如“所有的单身汉都是未婚的男人”)不同，一条科学定律的否定并不是自相矛盾的。康德引入了分析与综合的区别，自18世纪以来这种区分在哲学中一直十分重要。如科学定律这样的真命题，其否定并不导致自相矛盾，这样的真命题叫做**“综合真理”**(synthetic truths)，反之则称之为**“分析真理”**(analytic truths)。康德认为，分析真理的主词“包含着谓词”，例如“所有单身汉都是成年未婚的男人”。“包含”(contains)显然是一个比喻，其思想是，分析真理是一些命题，其真是

根据定义或者定义的后承。作为定义或者它们的演绎后承，分析真理是没有内容的，关于外部世界并不主张什么，仅仅展示关于我们如何使用一定的可感和可视信息（noises and incriptions）我们有哪些规定和约定。例如，“密度等于质量除以体积”关于外部世界并没有声称什么。它并不蕴含存在着某种东西，如它有质量、体积或者密度。这个定义不能说明世界的任何事实，除了或许能够说明一点我们如何运用一定的外部信息。如果“具有一定的密度”能够说明为什么某物具有一定的质量与体积之比，它将是一个“自我说明”的案例，用一个事件、状态或者条件说明其自身的发生。因为具有一定的密度只是指具有一定的质量与体积之比。如果没有什么能说明自身，那么分析真理就没有任何说明能力。与此对照的是，综合真理具有内容，对世界中的某个或者多个独特的事物或者性质有所主张，并因此能够实际说明事物何以是目前所表现的那种样子。自然定律因此是综合真理。

康德认为，牛顿定律是普适的真理，并且认为它们也是必然的真理。由于康德坚持普适性与必然性是先验真理的标记，所以他设法说明自然的基本定律如何可能是“先验综合真理”（synthetic *a priori* truths）。也就是说，它们如何可以作出关于世界的有说明能力的主张，同时我们又可以知道它们不求助于观察、实验、数据收集或者其他感官经验。如果康德建立（比如说）物理学的先验综合特征的计划取得了成功，那么它就具有非同寻常的说明能力，不限于只是告诉我们此时此地事情以如此面目出现，因为在任何时候任何地方，在得到此时此地的那种条件时，同类事件就发生。按照康德的理解，此种说明具有的特别力量在于：这些说明按其本性是我们的心智所能理解的唯一的说明，并且这些说明的真理性根据人类思想的本性也向我们

作出了保证。好极了！具有这种特征的说明特别令人满意，一劳永逸地解决了问题并排除了他择性。

康德坚信，如果他不能至少对于物理学建立先验综合真理，就总会为怀疑论的挑战留下空间，那些人会否认人类能够发现自然定律，那些人会认为我们能够揭示的定律并未展示事物的本性。特别是，康德特别关注对他所命名的休谟式论证给出反驳。休谟式论证是指，如果自然定律不是先验可知的，那么只有基于我们的经验它们才能被得知。但是经验只能为定律提供有限量的证据。因为定律声称，如果它们是真的那么它们就处处为真并且永远为真，这等于说它们的主张远远超出了我们能为它们提供的任何有限量的证据。结果，科学定律至多是一些不确定的假说，并且物理学的主张将永远向怀疑论的质疑开放。进而，康德担心，推测性的形而上学将不可避免地寻求填补这种怀疑论的真空。

康德正确地认识到自然定律是综合的。但是，对于科学哲学而言，康德对牛顿理论所作的先验综合真理的解释所面对的最重大问题是，牛顿的理论根本就不真，并且因而也不能称作是先验真的。更进一步，牛顿理论的不正确性(falsity)是建立在实验和观察的结果之上的。并且因为这些实验和观察支持了著名的爱因斯坦相对论、支持了量子力学，而它们与牛顿理论不相容，因此，牛顿定律及其后继者事实上都不可能被先验地知道。科学哲学家得出结论，我们能够先验地知道的唯一命题将是那些没有内容的定义或者定义的逻辑后承，它们对世界根本没有约束，于是对于实际发生的事情没有任何说明的相关性。因为经验、观察、实验等永远不可能建立任何命题的必然性，所以对于世界实际运作方式具有说明相关性的科学主张，不可能是必然真理。从这个结论可以得出两个重要推论。第一，寻求

展示事物运作之必然性与可理解性的他择性因果说明，是基于一种误解，因为必然真理没有任何说明能力。第二，如果一个命题有某种说明能力，如果它是一个有内容的陈述，即康德意义上“综合的”而非“分析的”，那么它只能通过观察、实验和数据收集来得到辩护。

然而，这一结论使我们面对休谟问题：因为经验证据对于任何普适的定律来说永远是不完备的，所以我们对任何一条科学定律的真理性都永远没有确切的把握。但是休谟提出了更严重的“归纳问题”(problem of induction)。他是这样开始论证的，如果我们能够确定，未来将与过去一样，即自然有一种均一性，那么我们过去的经验就会支持科学定律。但是，除非纯粹理性自己承诺自然在未来仍然具有均一性，否则我们可以拥有的唯一保证——未来将像过去一样均一——只能是迄今为止我们对其均一性的过去经验。休谟指出，纯粹理性做不到这一点。没有根据假定未来的自然将与过去保持一致。毕竟，自然均一性的否定并没有矛盾(设想一下，明天火是冷的，冰是温的)。但是，仅当我们已经有了一种独立的通道去确信在未来自然将类似于过去、与过去保持均一，我们过去的经验才能为我们对未来的信念提供辩护。为了塑造对未来的期望，如果过去经验的证据相关性要求自然是均一的，那么对自然均一性的过去经验就不能支持这种要求。这相当于向某人请求借钱，只有口头上的偿还承诺，随后此承诺之可靠性遇到了挑战，为了增强其可信性，又承诺将坚守承诺。如果一个人的承诺本身的可靠性尚且成问题，再用一个承诺来为其可靠性提供信用担保将是没用的。如果依靠自然之未来的均一性来保证从过去到未来的推断是成问题的，那么就不能使用这样的理由：从过去到未来的此种推断到目前为止总是可靠的。因为这相当于从过去的可靠性推断出下一步机会的可靠性。这就是休谟

的“归纳问题”。在第五章将详细处理它。

人们普遍认为休谟的论证至少相当于声称，科学不可避免地是可错的；而较激进的解读是，科学知识根本不可能由经验来辩护。如果休谟是正确的，科学研究的结论就永远无法获得渴望确定性和必然性的康德、莱布尼兹及其他一些人所要求的那种必然性。情况只能是，对于有说明内容的、关于外部世界的运作方式有所主张的任何一组科学定律，这种可错性(fallibility)都将是不可避免的。

休谟的归纳问题是为哲学家准备的一个问题。科学家不会等到解决了这个问题之后，才敢相信经验探究。事实上，最好把这个问题视为对经验检验在保证科学知识可靠性中所担负的核心角色的一种反省。一个将扮演科学说明角色的陈述，必然是经验可检验的。科学主张必须是可检验的(testable)，这一要求既是科学哲学中最广泛接受的结论，也是科学哲学中最难对付的诸问题的根源。

小结

多数科学家会就哪些说明是好的哪些不是好的达成一致。在前面的章节中我们看到，当我们力图精确表达它们隐含地使用的标准，并发现好的科学说明所具有的一般的共同特征及其与众不同之处时，麻烦就来了。我们都会同意，这样的说明必须涉及定律。但是首先，有关涉及定律的确切程度——明显介入、隐含支持或者介于其间——还有争议。还有另外一个问题，如何把科学定律与其他类型的非说明性概括区分开来，并且阐述为什么前者能够说明而后者却不能。这个问题最终触及哲学家关于大自然中是否存在真正必然性的神秘观念。如果不存在此种必然性，就很难弄清楚有说明内容的定律，比我们仅仅称之为偶然概括的东西，究竟高明在什么地方。如

果定律确实拥有使之有说明能力的那种必然性，那么它不是定律向所有想认识它们的人直截了当地展示的一种性质。的确，存在一个根本性的问题：指出我们的最佳猜测与自然定律如何之相近。除非我们能够指出来，否则我们就没有根据说，为什么我们公认的说明不单单是减少了好奇心的暂时折磨。企图避免诸如此类的问题，比如说把我们对定律的关注转移到对原因的关注，使之担当科学中说明力的职责，不但是徒劳无益的，而且是相当可笑的。因为逻辑经验论者正是想通过诉诸定律来回避传统上有关因果性的难题的。例如，他们想把因果必然性由什么构成的问题，转换成如何解释普适定律与偶然概括之差别的问题。但是这两个问题实际上是一回事。

在本章中我们认识到，原因通常至多是在先的必要条件，而不是保证其结果的充分条件，并且大多数定律(如果不是所有定律的话)通过其 *ceteris paribus* 从句，即其余情况相同从句，反映了这一事实。

概率性定律(probabilistic laws)似乎有两种类型。其中的一类并非确定了它们的原因，而是概括了我们对现象持有部分知识的状态。另外一类是量子物理的概率性定律，它们拥有不可说明的概率倾向，这种倾向的行为服从被赋予的数值概率，但是这些概率值并非基于关于拥有这些倾向的事物的更进一步的事实。如果这两类定律都能起说明作用，那么科学说明可以不是一种单一的同质的过程。

传统上有人对科学说明不满，他们希望此种说明能够展示自然过程之目的、设计或者意义，而不仅仅是展现它之如何发生的过程。这种对最终因或者目的论说明的要求，回溯到了亚里士多德。目的论说明的当代解释利用了达尔文的发现，达尔文的理论指出盲目的变异和自然选择可以导致目的或者也许只是目的之表象。不管达尔文的理论是从大自然中排除了目的还是使之自然化，这个理论都帮助我

们看到，目的论的说明只不过是因果说明的一种复杂的伪装形式。

与此相关的是，有一个传统至少可以追溯到 17 世纪的哲学家莱布尼兹和 18 世纪的哲学家康德，他们论证说科学说明必须最终能表明，科学对实在的描述不仅仅是真的，而且是必然地逻辑上真的。世界此时的运作方式，是其唯一可能的运作方式。我们有充足的理由认为，任何想建立此种结论的尝试注定要失败。的确，如果这行得通的话，我们或许就要被迫去说明科学知识为什么经常犯错误以及为什么还有自我纠错特征了。

我们还没有解决的一个问题是有关科学哲学中一般策略的问题：我们是以柏拉图的方式对待科学，把它视为关于世界的一组相互联系的命题，它们独立于我们而存在，我们设法发现它们，还是把科学视为一种人造物，一种发明，而不是一种发现，以至于其根本特征是，它某种程度上是对我们旨趣和思想风格的一种反映，好似大自然的一面镜子？这些有着悠久历史的观念，会支持和激励不同的科学哲学。在下一章讨论理论之本性时，它们会再次强有力地发挥作用，并迫使我们在科学的不同目标中作出选择，在其中不可能有完全令人满意的折衷方案。

习题

1 如某些哲学家所论证的，如果所有的定律都拥有“其余情况相同”从句，那么它们对说明的限度有什么影响？对预测呢？

2 捍卫或者批判：“科学说明不能提供事物的可理解性或者必然性，此一事实构成一个好的理由使我们另觅合适的说明。”

3 达尔文的自然选择理论是表明自然界中没有目的这种东西，还是表明存在着目的但它们恰恰是自然的因果过程？

4　为什么经验论者很难接受，把量子力学的概率视为关于世界的根本不可说明的事实？

5　D-N说明模型与科学说明是统合缤纷现象的一种努力这样的一种观点，有什么不同？

延伸阅读

亚里士多德在《物理学》(Physics)* 中提出了他的四因说(theory of four causes)。其余情况相同从句的问题在亨普尔的权威性"附文"(Provisos, 1988)中有深刻的阐述，收于格林鲍姆(A. Grünbaum)和萨蒙(W. Salmon)编的《演绎主义的限度》(The Limitations of Deductivism)一书中。卡特赖特(Nancy Cartwright)所著《物理学定律如何说谎》(How the Laws of Physics Lie)** 关于所有定律都有其余情况相同从句给出了最为经典的论证。

麦凯(J. L. Mackie)所著《真、概率与悖论》(Truth, Probability and Paradox)包含两篇从经验论观点出发的有关概率陈述的意义及倾向性问题的阐述极为清晰的论文。萨蒙的《科学推断的基础》(The Foundations of Scientific Inference)对休谟的归纳问题给出了极好的解释，还展望了利用概率解释解决它的可能性。波普尔(K. Popper)在《客观知识》(Objective Knowledge)*** 中捍卫了对量子力学的概率倾向解释。

基切尔把说明当作统合性的辩护可在萨蒙和基切尔所著的《科学

* 中译本：亚里士多德著，张竹明译，《物理学》，商务印书馆，1982年。——译者

** 中译本即将由上海科技教育出版社出版。——译者

*** 中译本：波普尔著，舒炜光等译，《客观知识》，上海译文出版社，2001年。——译者

说明》(Scientific Explanation)中找到，另外收录于皮特(J. Pitt)所编的《说明理论》(Theories of Explanation)。这部文集还收有弗里德曼(M. Friedman)独立发表的同样观点的一篇论文。

如何用达尔文理论把目的和目的论同化为因果性，最有影响的解释见赖特(L. Wright)的《目的论说明》(Teleological Explanation)。由艾伦(C. Allen)、贝克夫(M. Bekoff)和劳德(G. Lauder)编辑的《大自然的目的》(Nature's Purposes)收录了生物学哲学中这一中心论题的几乎所有重要论文。罗森堡(A. Rosenberg)在《社会科学的哲学》(Philosophy of Social Science)中处理了社会科学中的意向说明(intentional explanation)之本性。

莱布尼兹的许多作品还没有英译本，能够找到的也很难读。也许目前与此相关的最有价值的读物是《人类理智新论》(New Essays on Human Understanding)*。康德的《纯粹理性批判》(The Critique of Pure Reason)**捍卫了这样的主张：最根本的科学理论是先验地认识到的综合真理。休谟的归纳问题可在他的《人类理解研究》(Inquiry Concerning Human Understanding)***中找到。此书还提出了休谟式的因果解释，并捍卫了认识论的经验论。

* 中译本：莱布尼兹著，陈修斋译，《人类理智新论》，商务印书馆，1982年。——译者

** 中译本：康德著，蓝公武译，《纯粹理性批判》，商务印书馆，1960年。——译者

*** 中译本：休谟著，关文运译，《人类理解研究》，商务印书馆，1957年。——译者

第四章　科学理论的结构与形而上学

概要

你可能时常听到某人以这般陈述表达的意见："那不过是一种理论。"在日常英语中，某种程度上"理论"一词意味着某种推测性的东西，至多被列为一种可疑的假说，或者某种迄今为止没有证据的东西。很奇怪，这种日常用法与科学家使用这个术语时的含义差别较大。在科学家当中，除了指示暂时性与不确定性外，这个词通常用于描述一个已然确立的子学科，其中存在广泛被接受的定律、方法、应用和基础。因此，经济学家谈论"博弈论"（game theory）；物理学家谈论"量子理论"（quantum theory）；生物学家用"进化论"（evolutionary theory）几乎同义地表示进化生物学；心理学家在报告关于一系列有很好基础的现象的许多不同的假说时使用词组"学习理论"（learning theory）。除了可用它命名考察的整个领域以外，在科学中"理论"也指一组有较强经验支持的说明性假说。

但是，理论究竟如何对极不同的现象做出如此系统化说明的，是

一个需要我们回答的问题。科学哲学家长期坚持，理论能够说明，是因为它们是像欧几里得几何那样演绎地组织起来的系统。毫不奇怪，D-N说明模型的倡导者会欢迎这种观点。毕竟，根据D-N模型，说明乃是演绎，理论乃是一般过程的更根本性的说明。但是与数学中的演绎系统不同，科学理论是诸假说的集合，它们通过逻辑上导出的可观测结果而得到检验。如果这些结果在实验中或者其他数据收集过程中被观测到，那么那些观测所检验的假说，就暂时被接受了。科学理论化与科学检验之间关系的这种观点，被称作**“假说-演绎主义”**（hypothetico-deductivism）。我们将会看到，这与理论被当作演绎系统处理有密切联系。

理论的公理化观念自然而然引出这样的观念：科学中的进步是新理论的发展，新理论把旧理论作为特例或者一级近似，而新理论纠正或者说明了旧理论。通过演绎，较狭隘的理论被“归并”到较宽泛的或者更根本的理论，这种观念为公理化进路去说明科学进步的本性提供了一种引人入胜的应用。

一旦我们认识到科学理论化过程中观测与实验的控制性角色，科学对概念和陈述的依赖就变成了一个严重的问题，因为概念和陈述不能通过观测直接用于检验。科学没有诸如“原子核”、“基因”、“分子”、“原子”、“电子”、“夸克”或者“类星体”这样的概念是不行的。并且我们承认，有极好的理由相信这些东西是存在的。但是，当科学家设法阐述他们这样做的理由时，困难就冒了出来。科学曾赋予经验在选择不同的理论时具有支配性作用，但是此承诺会导致诸多难题。

这些困难把科学家和哲学家关于科学的形而上学至少分成两个阵营：实在论（realism）和**反实在论**（antirealism）。它们导致某些人放弃了把

科学作为寻求统合理论的观念。不过，这些科学家和哲学家在科学中经常赋予模型以重要角色，在科学尚不能给出完备理解之时，我们构造的这些模型可暂补空缺。有人把科学视为有用模型的一种结果，有人把科学视为对真的理论的追寻，我们需要辨明他们之间在争论什么。

4.1 理论是如何起作用的?

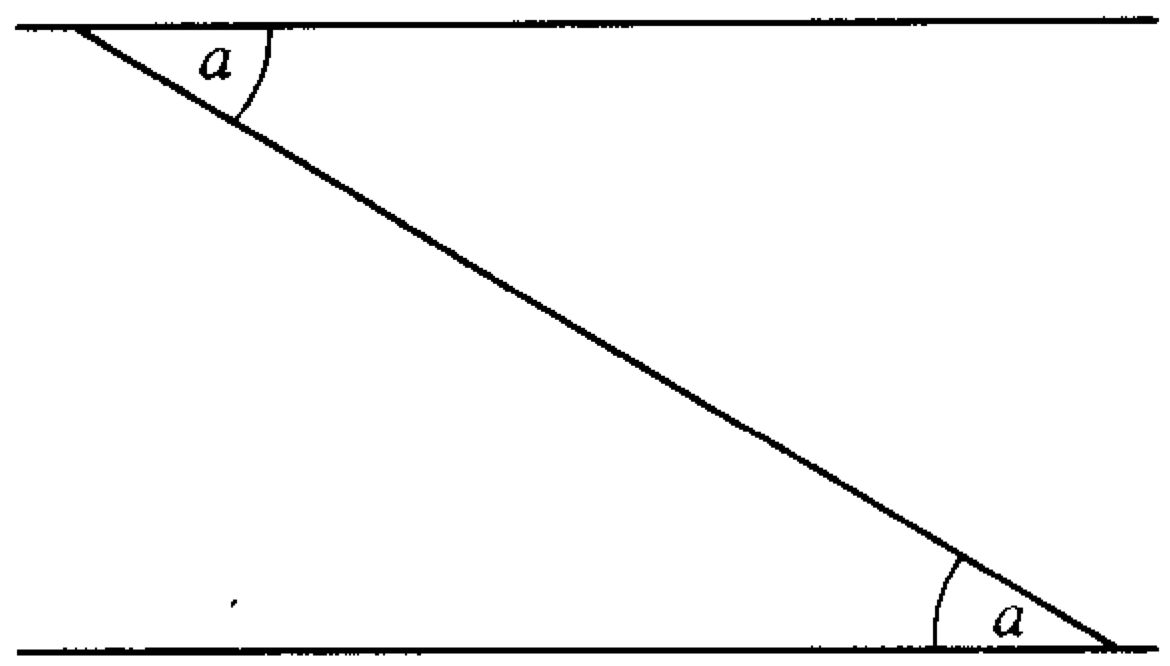
后者意义上的理论的特别之处在于，它不限于对特殊现象作出说明，而且能对这些说明作出说明。当用一种经验概括来说明特殊现象时，理论会继续前行，去说明这种概括为什么成立，而且还要说明它的例外，即在什么条件下概括不成立。在一个探究领域中，当关于现象的一组概括被揭示时，可能出现一种理论，它使我们能够理解到多种多样的概括都反映了单一过程或者少数几个过程的运作。简言之，理论有统合作用，它这样做时几乎总是有所超越，深入到经验规则所报告的现象的背后或者底层，发现能够解释我们所观察到的现象的潜在过程。这种认识可能导致如下观念：正是说明所实现的统合性，使它成为了科学的说明。因为理论是我们最强有力的说明者，而且它们通过把缤纷的现象置于少数几个基本的假设之下而做到这一点。

对于科学哲学而言，关于理论的第一个问题是，它们如何实现它们的统合功能。一种理论的各部分究竟如何协同运作以说明各种不同的现象？自欧几里得时代以来，在科学和哲学中有一种传统的回答。的确，它是对欧几里得自己对几何学表示的一种模仿。像20世纪以前几乎所有的数学家和科学家一样，欧几里得认为，几何学是空间的科学，他的《几何原本》构成了关于空间中点、线、面之间关系的一种理论。

欧几里得的理论是一种公理体系。也就是说，它包含少量公设和公理，即在公理系统中不加证明但假设在公理系统内为真的命题，以及按照逻辑规则通过演绎由公理推出的大量定理。除了公理和定理，还有术语的定义，如直线，现在通常定义为两点之间最短的距离，又如圆，定义为到给定点等距离的点的轨迹。当然，定义是用公理系统中未加定义的词语构造的，如点和距离。如果理论中每一个术语都要给出定义，那么定义的数目就会没有止境，于是某些术语必定是未定义的术语或“原始”术语。

关键的一点是要记住，作为公理的一个命题，在一个公理化系统中被假定为真，但它可以是另一个公理系统中从其他假设中推导出来的一个定理，或者它可以独立于任何其他公理系统得到辩护。的确，一组逻辑上相关的命题可以用不止一种公理系统的方式组织起来，同样的陈述在一个系统中可能是一个公理，而在另一个系统中可能是一个定理。在一定场合下人们选择哪一种公理系统，不能由逻辑的考虑决定。对于欧几里得，他用了五条公理，此选择反映了他想用最简捷的陈述使我们能够方便地推导出作为定理的某些特别重要的进一步的命题。欧几里得的公理总是被当作显然为真的命题而接受的，从中可以安全地发展几何学。但是，严格说，称一个命题为一公理，本身并不承诺它为真，只是确认它在一个演绎系统中的角色。

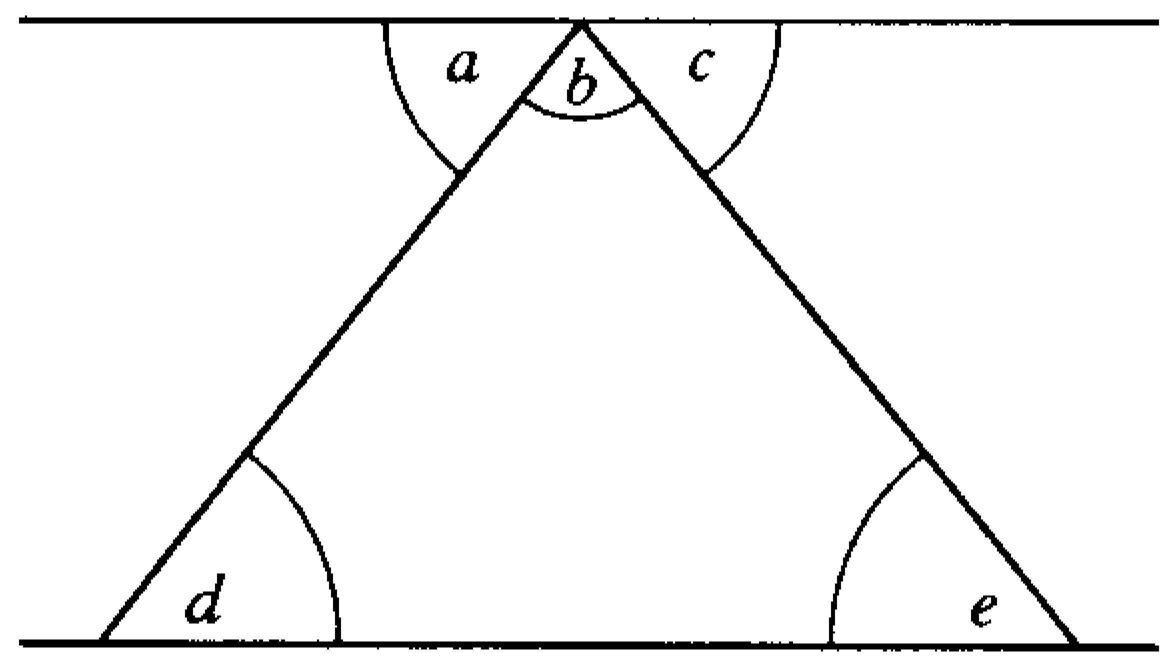
很清楚，欧几里得的五条公理，合起来使得作为逻辑上导出之定理的大量不同的一般真理，得到系统化。因此，如果我们用量角器测量一个三角形的内角，结果将总是趋近 180 度。为什么符合得这么好，可以直接从欧几里得的公理得到说明：它们使我们能够证明一个三角形的内角和恰好等于 180 度。首先，我们能够证明，当在两条平行线间画一条直线时，相交后可能得到的内错角是相等的。



加上一条定理：直线等于 180 度角，我们能够严格证明，三角形的内角和于是等于一条直线的角度数。

最容易的办法是用图形来给出证明：

注意：角 ***a***=角 ***d***，角 ***c***=角 ***e***，而角 ***b*** 等于它自己。 因为上面的线是一条直线，它是一个 180 度的角，角 ***a***，角 ***b***，角 ***c*** 之和也是 180 度。 于是角 ***d***，角 ***b***，角 ***e*** 之和也必等于 180 度。 故我们证明了三角形的内角和等于 180 度。



几何学中的每一证明都以不同的方式表明，欧几里得的公理协作起来可以使我们推导出定理，通过构造或者测量形和体，人们能够独立地确证定理，定理反过来也说明了这些形和体为什么具有我们所测量出或者构造出的那些性质。 但是，因为存在无穷多这样的定理，这些公理协作起来有无穷多种方式，并且除了在欧几里得理论及一般的科学理论中，诸公理协作起来说明了逻辑演绎论证中的现象以外，关于“什么东西合起来得到什么”，我们不能给出一般的解释。 这一观点的麻烦在于，它几乎无助于阐明理论组分之间“协

作”（working together）的概念。考虑由两个公理“协作”组成的下述“理论”以及从中演绎出的定理：

理想气体定律为

$PV = rT$

其中 P = 压强，T = 温度，V = 容积，r 是普适气体常量。

货币数量理论为：

$MV = PT$

其中 M 是某经济中货币的数量，V = 货币的流通速度，即货币易手的次数，P = 商品的平均价格，T 是总交易量。

按照简单的原则如果“A 和 B”则“A”，从上述两条定律的合取，逻辑上可以得出其中任何一条定律。其他概括也是这样。例如，由 $PV = rT$ 及某些定义可以得出，当作用于一个气球外部的压强恒定时，增加温度就会增加容积。由货币数量理论可以得出，其他条件不变时，增加流通中的货币量，就会导致通货膨胀。但是显然，我们的理论作为一个整体，并没有以任何方式说明单独从它的每条公理逻辑推导出的过程。

在一个理论中，各部分必须协作才能行使说明功能。但是只通过逻辑推导本身并不能把握“协作”这件事。使理论成为由若干组分构成的一个理论而非若干东西拼合之物的是什么？确切地说出这一点，便开启了另一个颇悠久的哲学挑战。对科学哲学家来说，仅仅说理论是一组“协作”行使说明功能的定律，是不够的。“协作”这一说法太含糊了。更重要的是，科学哲学家试图澄清，对于一个

理论，究竟是什么东西使得它能行使它所做的科学工作——说明大量经验上的规则性及其例外，使得我们能够预测结局，其精度到高于理论所包含之个体定律所能达到的程度。

从第二章和第三章的结论冒出一种自然的建议。一个理论的基本的、非导出的普遍定律协作揭示了潜在过程的因果结构，这些过程服从理论加以系统化并作出说明的定律。因此，上述由理想气体定律和货币数量理论拼凑起来的那个理论的错误在于，不存在一个此理论所涉及的、共同于气体行为与货币行为的单一的潜在结构。我们是如何知道这一点的？可以假定，因为我们关于气体和货币知道得足够多，认识到它们并非彼此直接相关的事情。但是，即使像潜在因果结构或者机制这样的观念，也不能提供我们欲寻求的阐释程度。第二章揭示了何以哲学家不愿把赌注更多地押在因果性概念上的一些重要理由。更糟糕的是，潜在机制的观念似乎令人不安，因为按照经验论的论证，除了规则序列外，对于因果性而言什么都不存在，在自然中没有胶水、没有机制、没有隐秘的力量或者必然性把事件联结起来，以使得事物之过程必定出现或者成为可理解的。然而，有了关于前前后后诸困难的这些提示，我们还是必须探索理论作为诸定律之整体的思想，诸定律协作，因赋予了现象一种潜在的因果结构或者机制而说明了现象。我们必须这样做，因为如此多的理论明确地显示它们差不多就是这样起作用的。

或许哲学家最青睐的例子，便是所谓的气体动理论(kinetic theory of gases)。* 根据这一理论，(a)气体由沿直线路程运动的分子组成，

* 以前译作气体动力学理论或者气体分子运动论，这里按照全国自然科学名词审定委员会公布的《物理学名词》(1988年)译作“动理[学理]论”。——译者

(b)分子像可观测的物体一样，服从牛顿运动定律，但同时(c)分子是完全弹性的，不占有任何空间，除非碰撞彼此不施加引力或者任何其他力的作用。给定这些假设，就会相对容易地说明理想气体定律 $PV=rT$。窍门在于，它把潜在的结构——像弹子球一样的分子的行为——与我们对气体温度、压强和容积的测量联系起来了。19 世纪热力学的重要发现之一，就在于找到了这种联系：当气体处于平衡状态时，

$$\text{气体的绝对温度}=\frac{1}{2}mv^2,$$

其中 m 是单个分子的质量，v 是容器中组成气体的分子系综(ensemble)的平均速度。$\frac{1}{2}mv^2$ 是牛顿力学中动能的标准表达式。这里，要赋予不可观测的分子一种属性，把它们当作好似相互可以碰撞的弹子球一样的非弹性小球。认识到热与压强是分子运动的宏观反映，物理学家就能够说明气体定律，这些定律早在 17 世纪玻意耳(Boyle)和查理(Charles)的时代就已经知道了。如果我们令温度等于气体分子的平均动能，压强等于分子从容器内壁反弹回来时每秒每平方厘米所传递的动量，则我们通过把牛顿定律应用于分子，就可以推导出理想气体定律[以及气体所服从的其他定律——玻意耳定律、查理定律、盖·吕萨克(Guy Lussac)定律]。我们还可以导出格雷厄姆(Graham)定律，按照这一定律，气体从一个容器向外扩散的速率取决于分子的质量比率。还可以得到道尔顿(Dalton)定律，一种气体施于容器壁的压强并不受容器内其他气体作用于器壁的压强的影响。我们甚至可以说明布朗运动(Brownian move-

ment)——空气中的尘埃可以在地面上保持运动，在重力的作用下仍然永远不掉下来。这种现象可用组成空气的气体分子之间通过碰撞产生的随机推动来解释。对于不同类型、数量和混合起来的特定气体，原则上有无数种规则性，我们都可以通过气体动理学理论推导出来，并因而用它加以说明。

我们可以由这个案例稍作推广。气体动理论由如下定律构成：牛顿运动定律；气体由服从牛顿定律的完全弹性的质点群(分子)组成的定律；气体的开尔文(Kelvin)温度等于这些质点群的平均动能的定律；其他诸如关于气体压强和容积的定律。

动理学理论因而说明了可观测的现象。它能说明我们在保持容积不变而测量气体温度和压强的改变时所收集到的数据，也能说明在保持温度不变而测量压强和容积的改变时所收集到的数据，等等。这一理论能做到这一点，关于气体不可见的、不可观测的、不可探测的组成及其同样不可观测的性质作出一系列断言。它告诉我们，这些组分及其性质受定律支配，当把它们应用于可观测的事物(如炮弹、斜面、摆，当然还有弹子球)时，我们可以独立地确证这些定律。动理论因而提供了一个实例，表明理论的诸组分协作起来能够说明观察和实验。

考察理论之本性还有另外一种进路，它自然而然地可从第二章所讨论的有关说明的演绎-律则律或覆盖律进路中引申出来。气体动理学理论能够进一步阐释理论本性这种进路的若干方面。这种进路现在通常被称作科学理论的公理化解释或者句法解释。它与这样的一种观点有关，理论是通过被称为“假说-演绎主义”的方式被检验的，按照这种方法，科学家提出理论——框架性假说——但不直接检验它们，因为像科学中的多数理论一样，它们通常涉及我们不能直接

观察到的过程。毋宁说，科学家从这些假说中导出可检验的后承。如果检验被观察证实，则假说被(间接地)确证。因此，理论的公理化进路或**理论的句法进路**(syntactic approach to theories)有时被称作理论的"假说-演绎"解释或者H-D解释。

公理化进路源于这样的观念，理论如我们所暗示的，是公理系统。在其中，对经验概括的说明是通过从公理中推导或者逻辑演绎而进行的。在公理系统中定律不是导出的，而是被假定的。因为公理——对于理论来说根本性的非导出定律——通常描述了不可观测的潜在机制，如质点组弹子球式的气体分子，它们不可能直接通过任何观察或者实验得到检验。这些非导出的公理被视为假说，可以通过从其中导出的经验定律间接地确证，而经验定律能够被实验或观察直接检验。一个理论的基础是一些假说，由假说导出的结果支持了这些假说，正是从这两个观念，才有了假说—演绎模型的名字。

当然，一个理论的非导出公理，可以是另一个理论的被说明的定理。每一个理论都会留下某些未说明的东西，即那些在作说明时涉及的过程。在一种理论中这些过程未被说明，但是可以假定它们会在另一个理论中得到说明。例如，化学计量学(stoichiometry)中的平衡方程(如 $2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$)，可以通过化学家作出的氢原子和氧原子共用电子的假说而得到说明。在化学中这些定律是非导出的，但是在原子理论中它们是可导出的、能得到说明的概括。而原子理论关于导致化学键的电子行为的假说本身，在量子理论中是导出的，可以从关于微观粒子组分的更基本的概括中得出。没有人建议科学家实际中把理论视为公理系统，更不用说建议他们明确地寻求把不太基本的定律从更基本的定律中推导出来。重要的是要记住，理论的公理化解释像理论的覆盖律模型一样，都是科学实践的一种

“合理重构”(rational reconstruction)，用意在于揭示其潜在的逻辑。不过，它声称，长期的科学史以及近期科学重要的理论突破都声援了这种观点。

现在考虑一下沃森(Watson)和克里克(Crick)的成就。这两位分子生物学家发现了染色体的化学结构——由DNA分子的双链构成——如何携带着世代之间性状遗传的信息。沃森和克里克关于基因之分子结构的理论，使得遗传学家能够说明孟德尔(Mendel)遗传学中基本的非导出定律，这些定律涉及诸如眼的颜色等遗传性状在世代间是如何分布的。这是如何发生的？原则上，情况与从气体动理论中导出理想气体定律 $PV=rT$ 只有略微的差别。如果把基因认定为一定量的DNA片段，控制基因世代间分离与重组的定律应当在逻辑上可从一组控制DNA分子行为的定律中推导出来。情况如此的一个理由当然是，孟德尔的基因不过是一段DNA，这正是沃森和克里克所发现的东西。所以，如果存在关于孟德尔基因的定律，就有理由推断，根据关于DNA分子的定律的运作，它们原则上成立。并且，如果是这样，那么人们能够看到，一组定律根据另一组定律成立，比从后者在逻辑上导出前者，更显而易见。的确，如果我们在原则上也做不到这一点，似乎就有充足理由认为孟德尔定律独立于或者自治于“较低层次的定律”。因为较低层次的定律说明了较高层次的定律，所以它们不可能独立于较低层次的定律。逻辑推导把这种说明关系(explanatory relation)形式化了。

更基本或者更本质的理论说明了不太普遍的理论，改进了它们，处理了它们的例外，统合了我们的科学知识，这一过程对许多科学哲学家而言，似乎刻画了自牛顿时代以来的科学史。牛顿以前的几千年中，科学家和非科学家普遍认为，行星和恒星等天体的运动是由不

变的规律控制的，地上或地表附近事物的运动不受任何规律的支配或者由一些完全不同于支配天体运动的规律所支配。这一信念反映了一种甚至更为根本的信念：天界是完美的，不变化的，不腐朽的，在物质组成上完全不同于地界。在我们地上，事物被设想为以不规则的方式发生着，不展现什么模式，事物会衰败，无序的威胁时刻可能到来，事物有生有死。要言之，地上远不如天界那么完美。这种科学的世界观与科学革命之前占主导地位的宗教之间的关联，是显而易见的。

16和17世纪开普勒(Kepler)、伽利略(Galileo)和牛顿的成就完全推翻了这种世界观，代之以一种反映了新理论成就的新的形而上学。这场革命的核心是，由开普勒和伽利略分别发现了天上运动与地上运动的定律，并且这两类定律在逻辑上可以从牛顿提出的一组更为根本的定律中推导出来。

利用16世纪丹麦天文学家布喇厄(Tycho Brahe)* 收集的观测数据，开普勒证明，假定行星沿着以太阳为焦点的椭圆轨道运行，其速度是它们到太阳距离的某个特定的函数，我们就可以预测夜空中行星的位置。因为我们自己也“身在”这些行星之一上，地球的实际运动及其他行星围绕太阳的运动对我们而言是隐蔽的，但是关于行星在夜空中的视位置的成功预测，间接确证了开普勒关于椭圆轨道的假说。

伽利略的实验，如传说中的从比萨斜塔上放下炮弹的落体实验、斜面上物体的滚动实验、改变摆长测定摆的周期的实验等，都对他发

---

* 即常说的天文学家第谷。Brahe的读音有多种，分别相当于布喇、布拉赫、布喇厄，我们取后者。——译者

现地表附近物体的运动定律有贡献：抛体总是以抛物线轨道运动，摆的周期依赖于摆线的长度，而与摆锤的轻重无关，任何质量的自由落体都有恒定的加速度。

正是牛顿的成就表明，开普勒的行星运动定律和伽利略关于地上物体运动的定律，都可以从单一的一组定律中推导出来。这组定律有四条：不受外力作用时物体的运动将保持不变(即有零加速度。如果它们有非零的速度，它们将沿直线运动)；力等于质量与加速度的乘积；作用力与反作用力大小相等方向相反；万有引力与距离的平方成反比。在证明开普勒定律和伽利略定律只是处处并永远为真的更普遍的定律的一些特例时，牛顿不仅说明了他们的定律为什么成立，他还瓦解了天界根本上不同于地界这一根本的形而上学信念。牛顿的革命连同伽利略通过望远镜对月球上陨星坑及其他不完美之处的发现，产生了深远的智识影响，已远不是提供统合物理理论的形式推导的问题了。进而，牛顿的统合威力在随后的两百年中被进一步发掘出来，越来越多的现象由此得到说明(或者说以愈加精确的定量的方式得到说明)：掩食；哈雷彗星的周期；地球的形状——稍扁的球体；潮汐；岁差；浮力和空气动力学；热力学的一些部分。通过从牛顿的四条基本定律导出描述这些现象的定律，这些现象都被统合起来，被证明有着“同样的潜在过程”。

科学哲学家把一个理论的定律从另一个理论的定律中的可推导性称作“理论间的还原”或者直接称“**还原**”(reduction)。还原性要求被还原的理论的定律可以从另一可供还原的理论中推导出来。如果说明是一种可推导的形式，那么一种理论到另一种理论的还原，就说明了被还原的理论。实际上，这表明，不太基本的理论的公理，是更基本的理论的定理。

于是17世纪的科学革命相当于发现了伽利略定律和开普勒定律并把它们还原到了牛顿定律，自16世纪以来物理学的进展，就是不太普适的理论被不断还原为更普遍的理论的历史，这种情况一直持续到20世纪。这时突然出现了比牛顿力学更普遍的理论——狭义相对论、广义相对论以及量子力学，最终牛顿力学成了被导出的理论。通过作出某些理想化的假设，牛顿定律可从这些新理论的定律中导出。这些假设特别包括光速无限大或者至少其他可以获得的速度都远小于光速，理想化的假设还包括能量是连续的量，而不是由离散的非常小的单位或“量子”构成。

按照一种传统的科学哲学观点，把理论还原为更基本的理论反映了这样一个事实：随着越来越多的原先孤立的理论被证明是一些特例，可以从个数越来越少的更基本理论中导出，科学在不断扩大其说明的范围和加深说明的深度。科学变化就是科学进步，并且进步很大程度上靠还原来衡量。事实上，还原还被视为不同领域间的特征关系，一旦它们取得了学科的地位。因此，原则上化学应当可以还原为物理学，而生物学应当通过分子生物学还原为化学。同理，我们应当寻求一种由可还原为生物学定律的定律构成的一种心理科学。当然，社会科学迄今尚没有揭示出或许永远也不会揭示出经过还原到心理学定律可以再还原为自然科学定律的定律。因此，这些领域缺少科学理论共有的一些重要特征，它们不能还原为最具根本性、预见力强大的科学——物理学。

此时我们明白了公理化的某种魅力，它可以解释一种理论如何作出说明：通过揭示更普遍的潜在机制，使不太普遍的机制系统化并得到说明。如果宇宙展示为多层因果定律的壮丽图景，每一层定律都依赖于逻辑上蕴含它们的下一层的定律，并且如果宇宙由一组数量不

多的基本事物种类组成，它们的行为始终如一，由它们构成了万事万物，那么应当存在唯一正确的自然描述，它将采取公理化的形式，因为实在(reality)是由服从普适规律的简单事物建造而成的复杂事物(complex being)。公理化给出的理论结构和理论间关系的承诺，相当于关于实在本性的一种形而上学主张：在实在的底层，事物组成和运作都是简单的，更复杂和更复合事物的所有复杂性和多样性都是事物底层简单性的结果。

当然，这幅图景势必是极为繁杂的。首先，一种理论的定律可以从另一种理论的定律中直接推导出，这种想法过于简单。科学进步通过其后继的理论而对一种理论之预测与说明进行修正和改进。如果后继的理论作为一种逻辑后承仅仅“包含”原来被还原的理论，它势必同时吸纳了其前驱理论的错误。例如，关于地上物体运动的伽利略定律蕴含着，落向地面的物体的加速度保持不变，而牛顿定律表明，此加速度必然增加，因为下落过程中地球与趋近地球的物体之间的引力增加了。* 就一般的预测目的而言，我们可以忽略加速度的这一点点增加，但是我们必须纠正伽利略的地球上的力学，要加上引力，如果这种力学遵守牛顿定律的话。同理，孟德尔的遗传学定律不可能直接从当代分子遗传学中推导出来，因为我们知道孟德尔定律是错的。像遗传连锁和基因交换等现象证伪了孟德尔的这些定律。我们所要求的孟德尔定律还原为更根本性的分子遗传学定律的，是关于孟德尔定律何处有效、何时出错的一种说明。这意味着，还原通常涉及从更根本性的供还原的理论中推导出理论的一种“修正”版本。

---

* 按万有引力定律，落体的加速度$a=GM/r^2$，其中G是常量，M是地球的质量，r为下落物体到地球质心的距离。下落过程中r在变小，于是a变大。——译者

但是，被还原的理论必须某种程度上作出“修正”，这一要求为理论变化的公理化观点带来了麻烦问题。有时，一个理论超越了另一个理论，不是通过还原，而是通过取代它。确实，取代似乎是一个领域成为“真实”科学（“real” science）的特征。例如，拉瓦锡（Lavoisier）氧化理论并没有还原关于燃烧的旧的燃素说。它取代了“本体论”——燃素说所讲的石灰、燃素、去燃素气体等等事物种类——及其声称的定律，它提供了完全不同的事物种类——氧。氧这个概念不可能以某种方式与燃素联结起来，以使得燃素概念可以在拉瓦锡的燃烧理论中有存活之地。于是，科学家说，从来就不存在燃素这种东西。与此对照的是，当一个理论被还原到更广泛或者更根本的理论时，被还原理论的“本体论”——它声称的事物的种类——被保留下来。理由是，还原是被还原理论的定律从可供还原的理论中演绎出来的过程，并且仅当两个理论的术语彼此联通时这种推导才是可能的。你不可能从分子遗传学定律中导出孟德尔遗传学定律，除非孟德尔基因可以用核酸的术语来定义。因为分子遗传学讨论的是 DNA 线性集合，孟德尔定律讨论的是孟德尔基因。一条关于所有 **C** 都是 **F** 的定律，只能来自于定律：所有 **A** 都是 **B**，当每一个 **A** 都等同于 **C** 而每一个 **B** 都等同于 **F** 时。的确，在很大程度上还原成就的取得，就在于这些等同关系的表述。例如，气体热力学还原为统计力学就依赖于我们上面指出的等同关系：

$$平衡时的绝对温度 = \frac{1}{2}mv^2。$$

不管我们把这种等同关系视为一种定义，还是视为一条联结温度与动

能的普适定律，它的表述总是一项关键性的突破，使得物理学家能够把气体的行为还原为组成气体的分子的行为。

还原的一个特征似乎是，它统合了可观察的现象，或者至少支持它们向越来越根本的、越来越精确的规则性方面推广，而这在观测上也变得越来越难以实现。从炮弹和行星开始，物理学最终用不可探测的微观粒子及其特性，成功地说明了一切。于是，这似乎表明，在说明上更基本的东西，也就是认识论上最成问题的东西——最难获得它们的知识。虽然正式的科学认识论是经验论——我们的知识只能由经验(即实验和观察)来加以证实的论题，但是它们的说明功能却只能由那些像我们一样的造物无法直接经验的那些东西来实现。的确，现代高能物理学中的微观粒子，是像我们这样的造物不可能搞清楚的东西。这一事实提出了关于科学理论本性的最令人恼火的问题。

4.2 理论术语及其所命名事物的问题

科学说明被假定是可检验的，它们有“经验内容”，它们的构成定律描述了世间事物的运作方式，并对我们的经验具有意味。但是从外观看，科学是通过诉诸一系列不可检验的构体、过程、事物、事件和性质来进行说明的。早在牛顿的时代，物理学家和哲学家就对这一事实不满意：这些东西似乎既是必要的又是不可知的。不可知，是因为不可观察；必要，是因为不诉诸它们理论就不可能实现对观察的广泛统合，而最强有力的说明就是由这种统合构成的。引力是这一问题的一个好例子。

通过证明大量物理过程是具有质量的物体之间“接触”的结果，牛顿力学得到人们的理解。比如，通过追溯小锚、擒纵轮、钟锤、

时针和分针、钟声调谐计和自鸣器之间的因果链，我们能够说明发条钟的行为。观察表明，这些部件之间的推与拉是通过彼此接触完成的，装置定量而系统化地实现动量交换并保持能量守恒。并且可以认为这种机械式说明本身可以让位于更基本的说明，即用其小锚和擒纵轮等部件的力学特征的方式进行说明，最终要通过这些部件的组成部分的力学特征加以说明，直到我们用构成它们的分子和原子的行为说明了钟的行为。无论如何，这是还原论者的说明期望。

相反，牛顿的引力并不是一种“接触”力。这种力跨越各种距离，似乎以无限的速度传递，而且不消耗任何能量。它可以连续穿越真空，而真空中没有什么东西能够从点到点地传递它。与其他力不同之处在于，我们根本无法屏蔽这种力。我们可以通过它的效果了解它，如可以通过把某物从引力大的地方（如地球）带到引力小的地方（如月球）去，但是除了通过效果了解它以外，这种力本身是完全不可探测的。总之，引力是一种理论构体（theoretical entity），完全不同于我们观察中所碰到的任何东西，观察并不能帮助我们更好地理解它究竟是什么。它如此不同于其他因果变量，以至于人们可以怀疑它的存在性，至少可以对求助它来说明事物感到不安。我们无需惊讶，几个世纪以来人们一直在为引力如何运作寻找某种“机制”说明，或者更进一步，为其寻找某种不那么神秘的替代物。

多数牛顿的同代人都感觉到引力概念不能令人满意，笛卡儿的一些追随者曾企图合伙抛弃它。但是无论是他们还是后来的物理学家，都未能抛弃这个概念。因为放弃引力，意味着放弃了引力吸引的平方反比定律

$$F = \frac{Gm_1 m_2}{d^2}$$

但没人能够做到这一点。引力因此似乎是一种“神秘的”(occult)力，它的运作与占星天宫图一类非科学的说明为了满足我们的好奇心所求助的东西一样神秘。可以说，同样的情况存在于诸如此类的不可观察概念身上。因此，可以假定构成气体的分子具有小弹子球一样的性质，因为正是其弹子球似的行为说明了理想气体定律。但是，如果气体分子是小的质粒，那么可以确信它们有颜色，因为物质必定占据空间，而占据空间的东西必定有某种颜色。但是个体分子没有颜色。于是，在什么意义上，它们可以是很小的质粒？显然的回答是，不可观察的事物不可能只是可观察事物的一种缩小的版本；它们必有自己独特的性质——电荷、量子化的角动量、磁矩等等。但是，如果我们的知识只是通过我们所拥有的感官经验来辩护的，我们如何知道这一点的？并且，如上所述，当我们对它们根本没有实际的经验时，我们有多大的把握可以声称求助于这些理论构体和性质的理论提供了真实的说明呢？为什么我们不能看、摸、闻、尝或者感受的关于电子或基因的理论，比占星术、新时代神秘传闻、迷信或者童话，给出了更好的说明呢？

我们可以把辩护问题表述为关于词的意义和语言的可学习性(learnability)的问题。考虑我们用于描述我们经验的术语：事物之可观察性质的名称——它们的颜色、形状、质地、气味、味道、声音等。我们理解这些术语，因为它们命名我们的经验。于是存在一些术语，描述了拥有这些性质的物体——桌子和椅子、云彩和时钟、湖与树、狗与猫，等等。我们也能认同这些术语的含义。进而，可以假定，我们语言的所有其余部分某种程度上奠基于感官性质的名称以及日常物体的标签名。因为否则的话，我们如何能够学会语言？除非某些词事先定义好了，无需求助于其他词，它们标记我们能够直接

经验的事物，否则我们永远也不能学会语言。如果没有这种超语言地定义的术语，我们就不可能打破无休止的循环，打破某词借助于其他词、其他词又借助于其他词的定义后退(regress of definitions)。为了学习一种语言，我们必须已经懂得一种语言。

进而，语言是一种无限处置(disposition)：我们能够生成并且懂得任意无穷多的不同句子。然而，我们做到这一点是基于有限的大脑，有限的大脑在有限的时间里已经学会了说话；很难搞明白我们是如何管理这一技艺的，除非语言某种意义上是天生的，或者存在语言的所有其他部分都建基于此的某些基本词汇。现在，语言(不同于语言学习装置)是天生的这一假说，是经验论者和多数科学家从未认真对待的一个假说。我们出生时并不懂得任何语言；否则，将很难解释任何一位小孩出生后具有同样的能力学习任何一种人类语言。于是有这样的假说，我们学会了一种语言的有限量的基本词汇，它们连同构成规则，使得我们能够增强一种能力，来生成和理解那种语言的任意无限量的句子。除了婴儿时我们学会的基本词汇外，这种有限量的东西还可能是什么呢？这些词汇当然是感官经验的名称——热、冷、甜、红、光滑、软，等等，还有像妈妈、爸爸这样的词。

但是，如果这就是语言的基础，那么我们语言中每一个有意义的词，必须最终有一个用这些命名感官性质和日常物体的词语给出的定义。并且这一要求应当包括现代科学的理论术语。如果这些术语有意义，那么借助于这些根本性的经验词汇它们必须某种程度上是可定义的。这一论证回到了18世纪英国经验论哲学家贝克莱(Berkeley)和休谟那里。这些哲学家对17世纪物理学援用的“引力”这样的“神秘力量”(secret powers)和“微粒”(corpuscles)这样的不可观察事物大惑不解。他们对这些理论构体的忧虑，对科学哲学产生了持续的

影响，一直影响到20世纪末，甚至还会更久。

英国经验论者的20世纪追随者把自己标榜为实证论者和逻辑经验论者（我们在第二章遇见过，他们提出了科学说明的 D－N 模型）。逻辑经验论者从语言的可学习性的论证中得到这样的推断：科学中的理论词汇最终必须“兑现”为关于我们能够观察的东西的陈述，否则的话就只是空洞的、无意义的噪声和图章。这些哲学家走得更远，他们指出19世纪和20世纪中已经通过科学理论化的许多东西，可能被证明为是无意义的胡说，仅仅因为其理论术语不可翻译为日常感官经验的词语。因此，马克思（Marx）的辩证唯物主义（dialectical materialism）和弗洛伊德（Freud）的心理动力学说（psychodynamic theory）皆被指责为伪科学，因为它们的说明概念——剩余价值、恋母情结等等——不可能被赋予经验意义。同理，那些包含推测性的“生命力”的生物学理论，在这些哲学家看来统统没有说明能力，因为这些理论援引了不可能诉诸观察加以定义的构体、过程和力。但是，这些经验论哲学家攻击的不只是伪科学。如我们所看到的，甚至像不可缺少的术语“引力”，也因为缺少“经验内容”而受到批评。某些逻辑实证论者，以及曾影响过他们的19世纪末叶的物理学家，也否定“分子”和“原子”，认为它们是一些无意义的概念。对于这些经验论者，一个概念、术语或者词具有经验内容，仅当它命名了我们能够感官感觉到的某种事物或者性质。

当然，经验论者认为，如果我们用来命名的术语可以通过可观察事物及其性质来定义，那么援引这样的理论构体就没什么问题。因为在这种情况下，我们不但能够懂得理论术语的意义，而且一旦有疑义提出，总是可以用可观察的陈述代换不可观察的陈述。例如，考虑密度这一理论概念。每种类型的物质都有特定的密度，并且我们

可以借助于其密度说明为什么某些物体漂浮在水面上而有些物体会沉下去。我们知道，一种东西的密度等于其质量除以其体积。如果我们能够通过台秤、天平或者其他办法测量一种东西的质量，并且我们能够用米尺测定它的体积，那么我们就可以计算出其密度。这意味着我们可以用质量和体积的术语“显式地定义”密度。结果，“密度”只不过是质量与体积之商的“缩写”。有关密度的任何叙述，都可以用质量和体积的术语加以解释。而且可以说得更妙，涉及物体的质量除以其体积的陈述，将与关于其密度的陈述，具有同样的经验内容。于是，如果我们能够通过可观察术语显式地定义理论术语，就不会存在任何理解上的麻烦，就像理解可观察术语的意义一样可以理解理论术语意味着什么。这样，一种理论就没有机会引入非科学理论的某些伪科学术语，那些非科学理论仅仅展现了表面的说明能力。最重要的是，我们可以精确地知道在什么样的观察条件下，由我们观察上定义的术语所命名的事物是否存在，是否具有理论告诉我们的它们所具有的那些效应。

不幸的是，用来命名不可观察性质、过程、事物、状态或者事件的术语不大可能用可观察的性质显式地定义。的确，理论的说明能力依赖于这样的事实，它们的理论术语不只是观察术语的缩写。否则的话，理论陈述将只是缩写观察陈述。并且如果是那样的话，理论陈述也许能够总结但不能说明观察陈述。因为密度按照定义等于质量除以体积，所以我们不能根据它们不同的密度，去说明两个具有相等体积的物体为什么具有不相等的质量；我们只能重复这一事实：它们的质量与体积的比值是不相等的。更重要的是，与“密度”不同，理论术语甚至不大可能被等同于事物之可观察特性或者性质的某种有穷集合。例如，温度的变化不可能被定义为等同于密闭管中水

银柱高度的变化，因为温度也随密闭管中水柱高度的变化、欧姆表电阻的变化、双金属气压计的形状、或者被加热物体的颜色变化等等而变化。更有甚者，即使当管子中水银或水的高度没有可观察的变化时，温度也可能发生了变化。你不可能使用通常的水或者水银温度计来测量温度小于0.1摄氏度的变化，也不可能测量超过玻璃熔点的温度或者低于所采用的水银、水、酒精、或者其他什么物质的凝固点的温度。事实上，某些东西的温度变化是我们目前设计的任何温度计都无法记录的。于是，某些物理性质或其中的变化似乎是观察上不可探测的。比温度更为理论化的性质，情况甚至更为晦暗。如果“酸”被定义为一种“质子供体”，我们作出的观察不可能给出“质子供体”这一概念的“经验内容”，因为我们不能触摸、品尝、看见、感觉、听或者闻出质子，那么“酸”就是一个无意义的术语。另一方面我们可以把酸定义为“任何能使蓝色石蕊试纸变红的东西”*，但是这样一来我们将不能说明为什么某些液体能这样而有些则不能。

我们是否可能通过把完备理论陈述与全部可观察陈述联结起来，而不只是把个体理论术语与专门的可观察术语联结起来，从而给科学之理论主张以经验意义？哈哈，也不行。在一个特定的气体容器中，分子的平均动能随压强的增加而增加，这一陈述并不等价于关于当我们测量其温度时我们能够观察到什么等专门性的陈述，因为观察上存在许多不同的测量温度的方式，使用其中任何一种都会实质上进一步涉及关于温度计运作的理论假说，最特别的是涉及这样的理论陈述：平衡态时绝对温度等于平均动能。

---

* 原文把颜色说反了，译文已改正。——译者

我们所面临的问题切中了科学本性问题的核心。毕竟，科学之“正统的认识论”是某种形式的经验论，在这种认识论中所有知识都通过经验得到辩护，否则科学中实验、观察以及数据收集的中心地位将很难得到说明和辩护。长远看来，科学的理论化过程受控于经验：科学的进步最终体现在一些新的假说上，新假说比旧假说更能得到当时经验检验之结果的确证。科学不可能作为某种不服从经验检验的知识而为人们所接受。但是与此同时，用以说明我们的经验这一义务要求，科学应当超越对在提供这些说明过程中它所求助的事物、性质、过程以及事件的经验。如何调和经验论与说明的不同要求，是科学哲学甚至整个哲学的最艰巨的难题。因为，如果我们不能调和说明和经验论，这就清楚地表明，要放弃的必须是经验论。没有人仅仅因为它的方法与一种哲学理论不相容就愿意抛弃科学。我们也许不得不使经验论让位于唯理论(rationalism)。* 按照这种认识论，我们所拥有的至少某些知识并非通过经验检验得到辩护的。但是，如果某种科学知识不来源于实验和观察，而(比如说)只是理性自我反省的结果，那么，那些声称在说明实在方面可与科学相媲美的他择性世界观、神话或者天启教，不是也可以用同样的方式声称得到了辩护吗!

逻辑经验论者坚持认为，可以调和经验论与说明，办法是更深刻地理解理论术语如何可以具有经验内容，尽管它们不是用以描述观察的术语的缩写。考虑正负电荷的概念。电子具有负电荷，质子具有正电荷。现在假定某人问，电子具有一个负电荷而质子具有

---

* 这个词也译作“理性主义”，而在汉语中听起来，这两种不同译法意思好像有很大差别，其实是一回事。不过，有时“理性主义”可以与“相对主义”(一般不译作“相对论”)对照，而相对主义者时常自称与“绝对主义”而不是“理性主义”相对照。——译者

一个正电荷，在此意义上前者究竟缺少什么而后者究竟多出什么。当然答案是“什么也没有”。在这一语境中，“正”(positive)与“负”(negative)并不表示拥有某种东西或者缺少某种东西。我们原则上也可以称电子上的电荷为正，而质子上的电荷为负。在理论中，这两个术语的作用是帮助我们描述质子和电子在实验中自身所展现出来的差别，而此实验是我们通过我们能够观察的东西所做的实验。电子被吸引到一组带电盘的阳极，而质子被吸引到阴极。通过云室中可见的雾迹或者化学电解装置中气体由水中冒出，我们可以“看到”这种行为的效果。术语“正”和“负”对它们所构造的理论有系统性的贡献，此贡献通过原子结构理论所组织和所说明的观察概括而得到兑现。术语“负”的“经验意义”通过术语所作出的系统化的贡献给出，此贡献概括了从电子带负电的理论假设外推，我们能够观察什么。从理论中去掉这个术语，理论的权能(power)——蕴含着许多此种概括——也将随之瓦解，它对观察所作的系统化及对观察所作的说明也将缩减。在说明能力方面，所缩减的量，恰好构成了术语“负”的经验意义。

我们可以用同样的方式在命名一种不可观察事物或性质的理论条款中，识别“电子”、“基因”、“电荷”或其他任何术语的经验内容。每一术语必须对它所塑造的理论的预测能力或者说明能力有所贡献。要识别这种贡献，只需从此理论中删除此术语，看看删除后对理论权能所造成的后果。实际上，“电荷”最终被“隐含地”定义为它所具有的那种当我们从原子理论删除“电荷”这个术语时我们所失去的可观察效应，对于任何理论中的其他任何理论术语情况也类似。

本质上，这就是理论的公理化进路处理理论术语问题的方法。

逻辑经验论者试图调和科学之理论机器的说明能力与观察施加于科学的约束，办法是要求合法的理论术语要通过**“部分解释”**（partial interpretation）与观察联系起来。这种解释是指给出这些术语可能与科学家用来引入它们的词汇很不相同的经验内容。解释之所以是部分的，是因为观察不会穷尽这些术语的经验内容，否则的话术语将失去其说明能力。

另一个例子可能会有帮助。考虑术语“质量”（mass）。牛顿引入这一术语，给出的定义是“物质的量”（quantity of matter），但是这一定义用处不大，因为物质最终与质量一样也是一个“理论化”的概念。的确，人们倾向于用质量概念来说明物质，物质不过是具有一定量质量的东西。在牛顿理论中，质量概念根本没有显式地加以定义。它是一个未定义术语（undefined term）。虽然它本身在理论中未被定义，其他许多概念却是借用质量概念来定义的，例如，动量，它被定义为质量与速度的乘积。但是，质量的经验内容是由它参与其中所描绘的定律以及定律在使观察系统化过程中扮演的角色给出的。因此，质量被部分解释为对象所具有的性质，这种性质表现为当把对象放入托盘天平一侧的托盘中时会使平衡臂下降。我们可以预测，质量沿垂直方向与天平的托盘发生接触，导致天平臂的运动，因为运动的这一改变是力作用的结果，并且力是质量与加速度的乘积，以及把一个质量移动到托盘天平上会使托盘产生非零的加速度。

当然，我们应当把一个术语的“经验意义”与其词典定义或者语义学意义区分开来。在英语词典中“质量”一词当然有定义，但质量的经验意义完全是另一回事，在牛顿力学中质量确实是一个未定义术语。

于是，对质量的部分解释是通过我们用来测量它的手段来提供的。但是这些手段并没有定义它。首先，我们通过测量其效应而测量质量，比如质量因果地说明了天平臂的运动。第二，通过其效应测量质量有许多不同的方式，包括某些迄今尚未发现的方式。如果此类我们尚未发现的测量质量的方式存在，那么我们对“质量”的解释就不可能是完全的，它必定是部分的。第三，使用观察术语的一种完备解释最终会把“质量”转变成可观察术语某种组合的一种缩写，这将剥夺它的说明能力。

逻辑经验论者提出这样一项主张，科学中不可观察的术语需要通过意义与可观察术语联结起来，使得科学中真正有说明能力的组构可以与设法利用科学理论的尊称的伪说明(pseudo-explanations)区分开来。具有讽刺意味的是，逻辑经验论者也最先认识到，这一要求不可能以他们的哲学分析所要求的他们自己的标准精确地表述出来。20世纪上半叶的科学哲学曾致力于阐明被称作“证实(verification)原则”的东西，这也许是关于可以毫不含糊地用于区分科学上合法的理论术语与不合法的术语的一种石蕊检验。证实原则的强版本要求，理论术语可以完全翻译成观察术语。如我们所见，这一要求对于科学说明所引用的多数术语而言不可能被满足，此外，我们可能不想让理论术语满足这一要求，因为如果它们满足了这一要求，它们将失去对于观察的说明能力。

问题是，证实原则的弱版本在矿渣中还存留了金子。它们不能排除被人人都认为是伪科学的无意义术语，也不能在真科学与新时代心理妄言、占星术或者宗教启示之间作出区分。要满足部分解释的要求，实在是太容易了。取任何一个人们喜欢的伪科学术语，假如给它加上一条一般性陈述，此陈述把伪科学术语包含到一个已经得到

确立的理论中去，那么这个术语将通过检验而被视为有意义的。例如，考虑这样一个假说，在平衡时如果气体的绝对温度等于其分子的平均动能，则此气体就着魔（is bewitched）。把这个假说加到气体动理论中去，这个假说就使得“着魔”这个性质变成了一个被部分解释了的理论术语。如果有人指出术语“着魔”及新加上的“定律”对理论并没有什么贡献，因为把它们删去并不会降低预测能力。但是人们可以这样来回应，同样的描述也可以自然地运用到合法的理论术语上，特别是当它们被首次引入时。“基因”在它最终被定位于染色体上之前，这个概念在我们理解可观察的世代遗传特征的分布方面，究竟增加了什么？

理论术语要以某种方式与观察联结起来以使预测产生差别，这一要求又太强了。某些理论术语，特别是新术语，将不能通过这项检验。这也同样是一个较弱的要求，因为很容易“烹制”出一个理论，在其中纯粹臆想的构体——如生命力（vital forces）——在导出有关我们能够观察什么的概括中扮演着一种不可替代的角色。如果部分解释太弱了，我们就需要重新考虑整个进路：是什么使得我们理论中不可观察的术语具有意义，是什么使得实际上包含这些术语所命名的不可观察事物的科学主张为真、得到良好辩护或者更协调。

但是，可能令你震惊的是，逻辑经验论者对待理论术语意义及我们理论知识的范围的整个问题的方式，给人一种人为的气氛。毕竟，尽管我们不能听、尝、闻、触摸或者看见电子、基因、类星体和中子星或者其性质，但我们有各种理由认为它们存在。因为我们的科学理论告诉我们它们确实存在，而这些理论具有强大的预测能力和说明能力。如果得到最良好确证的有关物质本性的理论包含与分子、原子、轻子、玻色子和夸克相关的定律，那么这些东西就确实存

在。如果我们最良好地确证的理论把电荷、角动量、自旋或者范德华力(van der Waals forces)赋予这些东西，那么这些性质就确实存在。根据这一观点，理论必须被字面地(literally)解释，理论作出的主张并非只有与观察相联结才有意义，而是告诉我们这就是在讲述事物及其性质，其中这些事物及其性质之名称的意义，并不比命名可观察事物及其性质的术语的意义，更成问题或者更不成问题。上面阐述的一种语言理论认为观察术语是语言的基础平台，要求其他所有术语都建于其上。如果这一结论与此语言理论不相容，较糟糕的就是语言理论。于是，出问题的是与其相伴随的经验论的认识论。

众所周知，对待理论术语问题的这种进路叫做**"科学实在论"**(scientific realism)，因为它把科学的理论承诺当作是真实的，而不只是观察主张的(虚假的)缩写，也不是我们创造出来用于组织这些观察的有用虚构。逻辑经验论者的出发点是一种哲学理论——经验论的认识论，而科学实在论者(或者简称"实在论者")的出发点是实在论视为显而易见的有关科学的事实：它那强大而且日渐增长的预测能力。随着时间的推移，我们理论的范围不断扩大、其预测精度得到了改进。我们不但可以预测越来越多不同种类现象的发生，而且随时间的推移我们能够提高预测的精度——在有效数字位数和重要数字上，我们科学地推导出来的期望值与实际的测表读数能很好地吻合。这些长期持续的改进把它们自身转变成我们日益依靠的技术应用，的确我们的日常生活不夸张地(literally)说是以其为支柱的。科学这种所谓的"工具性成功"强烈要求得到某种说明。或者至少实在论者认为是这样。应当如何说明呢？科学"管用"这一事实的最优说明是什么？对于实在论者，答案似乎是显然的：科学如此管用，因为它(近似)为真的。如果科学之管用源于偶然，如果科学

的预测成功及其技术应用只不过是幸运的猜测，那么这将是宇宙层次的一个奇迹。

科学实在论者的论证结构，通常取这样的形式：

1 P

2 对事实 P 的最佳说明是，Q 是真的。

所以，

3 Q 是真的。

实在论者以各种方式把其中的 P 代换为：科学在预测上是成功的，或者越来越成功，或者其技术应用越来越强大和可靠。对于 Q，他们代之以这样的陈述：科学理论推断的不可观察事物存在着，并具有科学赋予它们的性质。或者实在论者作出某种较弱的断言，如“科学推断的不可观察构体之类的东西存在着，具有类似科学赋予它们的某种性质，并且科学日益逼近关于这些事物及其性质的真理”。从 P 的真到 Q 的真的论证结构，是**“达到最佳说明的推论”**（inference to the best explanation）的结构。

这一论证可能给读者一种无可争议的令人信服的印象。它的确受到了许多科学家的欢迎。因为他们自己将认识到，科学实在论哲学家所运用的达到最佳说明的推论之推理形式，正是他们在科学中所采用的那种。例如，我们怎么知道存在着电子并且知道它们有负电荷？因为这样推断的话，就能说明密立根（Milikan）油滴实验的结果和威尔逊（Wilson）云室实验的径迹。

但是科学所使用的论证形式与用于为科学辩护的论证形式，是阿基里斯（Achilles）的脚踵。假定有人要挑战实在论的论证而要求为上

述1至3的推理形式给出一种辩护。实在论的论证，旨在将科学理论化确立为确实(literally)真的或者渐近趋于真理。如果实在论者论证说，推理形式所以是可靠的，乃因为它在科学中已经得到成功应用，实在论的论证就潜在地是一种循环论证。实际上，实在论者论证说，通向最优说明的结论——科学理论化产生真理——的推断之所以是可靠的，乃因为科学通过采用上述讨论中的推理形式而产生真理。借用一下第三章归纳问题中的一个类比，这似乎相当于，为了支持偿还一项借贷的承诺，采用的办法是承诺恪守偿还的诺言。

更有甚者，科学史教导我们，许多成功的科学理论并不支持科学实在论关于科学为何成功的图画。早在开普勒以前，在他之后更是如此，科学理论不但是错的、可以改进的，而且如果以现行的科学为参照的话，它们在其主张何物存在及事物具有何种性质方面有时是根本错误的，即使它们的预测能力持续得到改进。一个经典例子是18世纪的燃素说，在燃烧理论之前它曾经在预测能力上有过重大改进，但是它的中心说明构体——燃素——现在看起来十分荒唐。另一个例子是菲涅耳(Fresnel)的光作为波动现象的理论。这一理论曾经实质性地增强过我们对光及其性质的预测(及说明)能力。然而，这一理论主张光通过一种传播媒质——以太——而运动。这种对以太的推测，有点像前面追踪引力概念遇到困难时人们所期盼的一种东西。引力是一种神秘的力，正是因为它似乎不需要借助于任何物质就能传递。没有传播媒质，对于19世纪物理学的机械唯物论来说，光最终就像引力一样是一种可疑的现象。随后的物理学揭示，尽管菲涅耳理论取得了强大预测能力上的改进，但它的中心理论推测——以太——并不存在。在更合适的有关光行为的解释中，并不需要以太。对以太的推断曾经为菲涅耳理论的“非实在论”作出了贡献。

这至少是对当代科学理论的一种判断。但是，由过去预测上成功的理论的错误——有时是根本性的错误——进行一种“悲观的归纳”，我们就没法安全地假定我们现在的“最佳估计”理论就能够免于类似的命运。既然科学是可错的，我们可以期望的是，长远看来，同样的故事可能不断上演，随着科学预测能力及技术应用的进步，其理论假定的实在性发生着巨大的变化，也不断瓦解着任何通向科学实在论主张之解释的直接推断。

还有，科学实在论声称关于不可观察构体我们的理论具有（近似）真理性，而经验论的认识论认为观察对于知识是必不可少的，关于如何调和实在论的知识与经验论的认识论，科学实在论沉默无语。某种意义上，科学实在论部分触及了科学知识如何可能的问题，但未能给出合适的解答。

对于科学实在论还有另外一种选择，它更同情于经验论，长期以来吸引了一些哲学家和科学家。它的名称叫做**“工具主义”**（instrumentalism）*。这个标签表达了这样一种观点，科学理论是有用的工具、有启发性的装置、我们用于组织我们的经验的器具，而不是关于它为真为假的字面上的刻板主张。这种科学哲学至少可以追溯到18世纪英国经验论哲学家贝克莱，也与宗教裁判所的头面人物有关，他们曾试图调和伽利略关于地球围绕太阳运动的异端主张与基督教《圣经》和罗马教皇的教谕。根据这段历史的某些版本，这些有学识的牧师认识到日心假说至少与托勒密的理论——按照这种理论太阳和行星围绕地球运动——具有同样的预测能力；他们承认用它来计算夜空

* 这里故意不译成“工具论”，以免与哲学史中亚里士多德及培根的著作等混淆，正如relativism不译成“相对论”一样，以免与爱因斯坦的理论混淆。——译者

中行星的视位置可能更简便。但是声称的地球运动在观察上无法探测——甚至今天我们也感觉不到地球在运动。伽利略的理论要求我们不要理会观察上的证据，也不要花大力气重新解释它。于是，宗教裁判所的这些官员敦促伽利略不要把他改进的理论当作字面上正确的理论提出，而是当作一种比传统理论在天文预测上更有用、更方便、更有效的一种工具。如果他果真这样看待他的理论，并在是否相信理论为真方面保持沉默，伽利略或许可以逃脱罗马教皇的制裁。尽管一开始伽利略曾撤回过自己的主张，但他最终拒绝采纳对日心假说的工具主义理解，并在监房中度过了自己的余生。后来的工具主义哲学家和科学史家提出，教会的观点比伽利略的观点可能更合理。虽然贝克莱没有介入这件事，但他从语言本性（如上所述）所做的关于实在论（及部分牛顿理论的实在论解释）之不可理解性的论证使工具主义更吸引人。贝克莱继而坚持认为，科学理论化的功用不是为了说明，而是为了以更简便的套件组织我们的经验。根据这一观点，理论术语不是观察术语的缩写，它们更像助记装置、首字母缩略词、没有经验意义或字面含义的未加解释的符号。科学的目标始终是改进这种工具的可靠性，而不要担忧当作字面解释时实在是否对应于这些工具。

值得指出的是，牛顿以降的物理科学史展现了科学家自身当中实在论和工具主义此起彼伏的循环模式。在17世纪流行的是实在论，在这一时期机械论、微粒说和原子论大行其道。到了18世纪科学的工具主义进路呈上升趋势，这部分是受到一种权宜之计的推动，工具主义用这种权宜的方式处理了牛顿的神秘引力。把牛顿引力理论仅仅视为计算物体运动的一种有用工具，就可以忽略引力究竟为何物的难题。到了19世纪，随着原子论化学、电学和磁学的发展，对不可观察

构体的推测又成为科学家津津乐道的东西了。但到了20世纪初，实在论的观念又变得不时髦了，因为实在论把量子力学解释成字面上为真的对世界的描述开始遇到越来越多的麻烦。按照理解量子力学的标准，电子和光子似乎具有不相容的性质——同时既像波又像粒子——并且在我们观察它们之前它们似乎都没有物理位置。有两条理由可以阐述为什么最好还是把量子力学当作原子物理实验室中组织我们的经验的有用工具，而不是一组真实的独立于我们对世界之观察的有关世界的主张。

实在论者声称只有实在论才能说明科学的工具性成功，工具主义对此是如何应对的呢？工具主义者用下述论证作出了相当一致的回答：诉诸其理论主张的真理性对科学成功所作的任何说明，或者推进了我们在经验上的预测能力，或者没有。如果没有，我们就可以忽略它，它意欲回答的问题就没有科学意义，即没有经验意义。如果是另一种情况，这样的一种说明增强了我们的科学工具在使经验系统化和预测经验方面的有用性，那么工具主义可以接受这一说明，并认为它确证了工具主义对待理论的方式——把理论视为一种有用的工具而不是对自然的描述。

在工具主义与实在论之间有一种折中方案值得考察一下。这种观点企图鱼与熊掌兼得：我们同意科学家的观点，科学理论的确试图作出有关世界的主张，特别是关于用不可观察的潜在机制来说明观察的主张，并且我们同意工具主义的观点，此类主张的知识是不可能的。但是我们可以论证，科学的目标应当是，或者事实上恰好是，使经验系统化。因此，关于科学理论是为真、近似真、假、方便的虚构还是其他情况，我们可以是不可知论者。只要它们能够令我们控制和预测现象，我们就能并且应当接受它们，当然可以不相

信它们(那样的话就要在科学的真理性问题上选择一种立场)。科学应当满足于单纯以不断增加的精度进行预测并概括越来越大范围的经验。总之，科学家应当把目标定在工具主义者所推荐的东西上，却无需赞同工具主义者提出的这样做的理由。这不同于“科学是一种工具”。科学理论只要是“经验上适当的”(empirically adequate)，事实上就足够了。回顾一下17世纪自然哲学家就这一观点的用词，关于科学我们所需要的只应该是，它应当“拯救现象”(save the phenomena)。

理论科学之主张的实在论解释与工具主义认识论的组合，由其倡导者范弗拉森称作**“建构经验论”**(constructive empiricism)。很少有哲学家，更少有科学家愿意考虑把建构经验论当作科学哲学的一种持久的稳定平衡态。毕竟，如果科学在其对世界的表述上或者是(愈益近似)真的或者是(持续)假的，尽管我们或许永远不可能指出来，那么把科学当成对实在的一种描述对待，只能是一种脱离智识的事务了。如果我们不能在这些完备而排他的选择中指出哪一种适用，那么究竟哪一个适用可能就无所谓了。另一方面，如果我们必须永远拒绝就我们能够表述的有最强预测能力、技术上最成功的假说的真理性作出判断，那么我们是否可能拥有科学知识这个认识论问题，就变成了一个与科学不相干的问题，宛如怀疑论者的问题：我此时是否在做梦？

但是实在论和工具主义处理理论构体问题与命名它们的术语时，都采用了同样的两个假设。它们都基于这样的假设：我们能够区分两类不同的术语，采用这些术语，科学定律和理论能表述为可观察的和非观察的或理论的两类。两者都同意，正是我们有关可观察事物之行为及其性质的知识，检验、确证和否证着我们的理论。对两者

来说，最终的认识论上诉法庭都是观察。不过，我们下面将看到，观察如何检验任何一部分理论的或非理论的科学，都不是件容易理解的事情。

4.3 理论与模型

公理化其实并不是科学家实际表述其理论的方式。它也没有觊觎此位，它只不过试图寻找科学理论之理想特征与本质特征的一种合理重构，以说明理论是如何实现其功能的。但是公理化模型要面对两个直接的并且相关的问题。第一个问题是，在公理化解释当中，模型概念无用武之地。然而没有任何东西比对模型角色的依赖更能显示理论科学的特征。考虑原子的行星模型、气体的弹子球模型、遗传学中性状遗传的孟德尔模型、凯恩斯宏观经济模型。的确，正是**"模型"**(model)一词在科学探究的许多语境下取代了"理论"一词。这已经变得相当清楚，经常使用这一术语暗示了在非科学语境中"只不过是一种理论"这一表述所传达的那种尝试性意味。但是在科学的某些领域，似乎只有模型，要么模型构成了理论，要么根本没有可以恰当地称作理论的分离的东西。科学的这一特征，公理化进路必须加以说明，或者根本没有说明。

有关公理化进路，我们的第二个问题恰好是，理论是一种用形式化数学语言表达的公理化的语句集合。理论是一种公理化系统的主张，所以会陷于直接的麻烦，如上所述，部分是因为有许多不同的方式可以对同一组陈述集合进行公理化。而且不仅如此，公理化实质上是一种语言学的东西：它是在专门的语言中用专门的定义或未被定义的术语以及专门的句法或语法，来表达的。现在问一下你自己，欧几里得几何学在希腊是用希腊字母恰当地公理化的，或者在德语中

用哥特字母以及句末动词及带有屈折变化的名词公理化的，还是用英语公理化的？ 回答是，欧氏几何学可用不同的语言无差别地公理化，这部分是因为它不是用一种语言写成的句子集合，而是可以用无穷多种不同的公理表述的命题集合，可以用同样无穷多不同的语言来叙述。 把一种理论与理论在一种语言中的公理化混为一谈，就像把抽象的对象数字 2 混淆为某种我们用来命名它的具体的铭文一样，如“dos”（法语“2”）、“II”（罗马数字“2”）、“zwei”（德语“2”）、“10”（二进制的“2”）。 把理论与其公理化混为一谈，就像把一个命题（同样，是抽象对象）误认为用来表述它的语言中的某个专门的句子（一个具体对象）。 “Es regnet” * 用来表述天正下着雨这一命题并不比“Il pleut” ** 更好，同样“It is raining” *** 也不是表达这一命题的更正确的方法。 这三个铭文都表达了同样的关于天气的命题，而命题本身并不属于任何一种语言。 同理，我们不能试图把一种理论等同于，以任何一种特定语言甚至于某种完美的、数学上强有力的、逻辑上清晰的语言所表述的它的公理化。 并且，如果我们不想这样做，那么至少可以这样说，公理化解释陷于某种困境。

还有什么招法呢？ 我们现在开始讨论科学家实际提出的关于现象的模型，如基因的孟德尔模型。 孟德尔基因是这样的基因：独立分配并从减数分裂的等位基因上分离。 注意，这一陈述根据定义而为真。 这就是我们谈论“孟德尔基因”时的含义。 同理，我们可以为牛顿体系表述一种模型：牛顿体系就是由行为服从引力吸引的平方反比定律的 $F=G\frac{m_1m_2}{d^2}$ 公式、自由落体定律的 $F=ma$ 公式、直线

* 德文“天正下着雨”。 ——译者
** 法文“天正下着雨”。 ——译者
*** 英文“天正下着雨”。 ——译者

运动定律和动量守恒定律的物体构成的集合。同样，这四条特征也定义了一个牛顿体系。现在我们考虑，世界中的事物做怎样的安排才满足这些定义呢？好，假定行星和太阳是一个牛顿体系，我们能够以极高的精度计算所有行星的位置，不但能够延伸到我们想知道的未来还可以回溯到我们想了解的过去。于是，太阳系满足牛顿体系的定义。同理，通过对太阳、地球和月球作出同样的假设，我们可以预测掩食——日食和月食。当然，我们还可以对其他更多的体系做这类事情，如炮弹与地球、斜面与上面的小球、摆等。事实上，如果我们假定气体分子满足牛顿体系的定义，那么我们也可以预测其性质。

注意，上面给出的牛顿体系的定义并不是我们能给出的唯一的定义。例如，根据费恩曼(Richard Feynman)，我们可以用一个新的公式代替平方反比公式。新公式把在某一点作用于一物体的引力势与包围那一点的平均引力势联系起来：$\boldsymbol{\Phi}=\boldsymbol{\Phi}_{平均}-\frac{Gm}{2a}$，其中 $\boldsymbol{\Phi}$ 为任意给定点的引力势，a 是包围球的半径，在此球面上平均势 $\boldsymbol{\Phi}_{平均}$ 可以计算出来，G 是与原来平方反比定律一样的一个常数，m 是在那一点上引力对其施加作用的物体的质量。费恩曼论证说，人们可以更倾向于用这一公式而不是原来的公式，因为 $F=G\frac{m_1m_2}{d^2}$ 暗示引力瞬时作用于很大的距离，而这个不太熟悉的公式将某一点上的引力的值用与这一点任意接近的另一个点的值给出。但是这两个定义都能胜任刻画牛顿引力体系。

现在我们称这些定义为模型的理由是，它们比其他定义更准确地“拟合了”某些自然的过程；它们通常慎重地作出简化，忽略某些我们知道存在但与模型提到的其他变量相比无足轻重的原因变

量；甚至在我们知道世界上的事物并不真正符合它们之时，它们仍然可以是有用的计算工具，或者对于教学上引入一个新主题是非常有用的方法。因此，太阳系的牛顿模型是一个谨慎考虑的简化，它忽略了摩擦，忽略了彗星、卫星和小行星等小天体以及它们之间的电场。的确，我们知道，模型的精确应用与天文观测的数据并不相符，如水星轨道。并且我们知道，模型的原因变量并非真的存在（并不存在跨越一定空间而发生作用的牛顿引力；毋宁说空间弯曲了）。不过，它仍然是向学物理的学生介绍力学时的一种较好的模型，并且对于向最近的行星发射卫星它也是很好的模型。进而，从伽利略和开普勒到牛顿和爱因斯坦的力学的进展，是一连串模型的进步，后者总是可以用于更广泛的现象范围，并且/或者对现象行为的预测更为准确。

模型根据定义为真。理想气体根据定义只不过是其行为符合理想气体定律的气体。关于模型的经验问题或事实问题是，它是否足以在科学上有用地“适用”于某物，以至于可以说明和预测其行为。因此，牛顿模型足以适用于或者充分满足于太阳系，这将是一个假说。一旦我们刻画了“足以”或者“充分满足”，这便是一个通常成为真的假说。太阳系是一种牛顿体系，我们知道，这一未加限定的主张严格说来是假的。但是关于太阳系，它比其他假说更接近于真理，除了爱因斯坦在广义相对论中表达的模型以外，因为这个模型是更能满足太阳系的假说。这里提到了理论？理论是一组假说，声称世界上一定的事物集合不同程度地被反映了某种相似性与统一性的一组模型所满足。理论通常是一组相继越来越复杂的模型。例如，气体动理论是一组由我们前面已经看到的理想气体定律 $PV=rT$ 开始的模型。这一模型把分子当作弹子球处理，不考虑分子间的作用

力，并假定分子是数学上的点。这一理论随后经范德华改进为 $(P+a/V^2)(V-b)=rT$，其中 a 表示分子间的作用力，b 反映了分子所占有的体积，而这两者在理想气体定律中都被忽略了。还存在着其他的模型，如克劳修斯模型，并且还有引入了量子考虑的模型。

对于理论的这种进路，按照其倡导者的观点，它们是模型的集合，是正式定义加上关于世界上什么样的事物满足这些定义的一些主张。他们把自己的这种分析称作科学理论的“语义”（semantic）解释，以与公理化解释所称的“句法”（syntactic）解释相对照，这样做有两条相关的理由，对于句法解释：(a)它要求从公理中按照逻辑规则导出经验概括，而逻辑规则是陈述该理论之语言的句法。(b)逻辑规则所允许的推导依赖于公理的纯粹形式特征——句法，而不是其术语的意义。注意，基于语义的观点，虽然模型也将是语言项目（items）——定义，但是假说和理论将不是语言项目，而是可以用任何语言表达的（抽象）命题，它们的效用是世界或其中的某些部分在某种程度上满足一个或者多个模型，而这些模型可以用任何便于做到这一点的语言无差别地表达出来。

但是，与句法观点相比，这当然不是语义观点的主要优点。因为，毕竟公理化解释可以最好地理解为，主张理论是任何语言的一组公理系统，能通过任何语言以公理和定理的形式表达所有相同的命题；或者理解为，主张理论是由所有这样的公理系统组成的集合，在表述的简捷、经济与记录这些命题的能力之间作出了最好的平衡。如果理论的语言的或者非语言的特征是一个问题，对哲学家来讲它也只是一个技术性问题，它对于我们理解科学理论只有轻微影响。理论的语义进路的优点，必定在别的方面。

语义进路的一个优点当然是，它在某种程度上关注科学中模型的

角色和重要性，而公理解释不是这样。特别是，公理分析很难容纳一类模型的表述，从其表现知道这些模型充其量是假的却有用的理想化。如果我们知道了陈述是假的并且不可能为真，那么不把 $PV = rT$ 解释成理想气体的一种定义，而是解释为从气体动理论的公理中推导出来的关于实际对象的一种经验概括，这是做不到的。我们并不希望从我们的公理系统中能够直接导出这样的假命题。因为，这样的推导蕴含着一个或者多个公理为假。也许我们想要的是，在公理化进路中为模型找到一个位置。

语义进路还有另一个相关的优点通常被提起。在科学的某些领域中，对于一些定律可能还没有合适的公理可用，或者公理化可能不成熟，限制了正在表述中的思想的发展。因此，在这种情况下建议一个领域的思想可以或者应当以公理化的方式进行合理重构，可能是没有好处的。有时，有人声称生物学中的进化论就与此类似。这一领域变化很快，还难以把它的内容形式化为一种标准的表述。种群生物学中的许多孟德尔模型和后孟德尔模型（几乎所有这些在语义进路的意义上都是某种定义）被包装到一起，称作进化论。但是，按照许多生物学哲学家的见解，在理论上现在还不曾有比这些模型更普遍的东西。当我们试图把自然选择理论抽象成一种公理系统，结果经常会受到进化生物学家的拒斥，认为它不足以完全适当地反映达尔文理论及其以后的推广的丰富性。特别是，竞争有机体之间的最适者生存和繁殖的理论主张，容易丧失其说明力（explanatory force），如果我们把“最适者”（the fittest）定义为那些生存和繁殖者。但是，如何来定义适合度（fitness），并使得理论的公理化并非平庸，这还是一个很困难的问题。进而，似乎还不存在一个一致认同的囊括了进化生物学家提出并采用的各种遗传模型的进化理论结构。所有这些理由

都促使生物学哲学家接受了语义的观点，认为它更恰当地捕捉了生物学中理论的特点。

但是，像进化生物学甚至某些名义上称作“理论”的学科的一部分，如进化论、博弈论、经济理论、认知理论等专门学科或子学科，是否真的存在根本性的潜在理论（underlying theories），值得这些领域的模型向那个方向努力呢？是否有必要保持怀疑？回答是，如果在这些领域中尚没有一组较高级别的普遍定律来说明较低级别的规则性及其例外，那么确实必须这样努力。

回忆一下公理化进路的一个形而上的吸引力：它承诺公理化可以解释理论如何通过揭示潜在的机制而进行说明。考虑形而上论题：宇宙的底层在构成上和运动上是简单的，一切更复杂和更复合的事物的多样性，都是事物在底层上的简单性的结果。这一论题暗示，关于各层因果定律存在着真的理论，每一层都依赖于更简单对象的、更小尺度的、定律数量更少的、更根本的层次，而根本性的定律蕴含不太根本的定律。这是一种通向下述结论的简明步骤：应当存在唯一正确的关于这种理论的公理化，此理论反映了实在的结构。首先倡导公理化解释的逻辑经验论者将不会表达这样一种观点，因为他们试图躲开有争议的形而上学争论。不太讨厌形而上学的哲学家必定会发现，这样一种观点的动机是，采纳理论的句法模型。相反，拒斥这一形而上学图景的哲学家可能找到了一种伴随的理由来采纳理论的语义进路。因为语义进路并不承诺任何潜在的简单性，也不试图把不太根本的理论（即模型组）还原到更根本的理论（即更根本的模型组）上去。如果大自然本身不是简单的，那么科学的结构将以丰富多采的模型组反映出这一点，同时也会展示缺乏合适的公理系统。这将会鼓励关于理论的特征及理论对实在的主张上

的工具主义。

注意，工具主义者甚至可以拒绝参与理论是否描述了实在的这场争论。因为工具主义者势必在是否存在着一组定律说明了模型何以奏效的问题上保持中立。的确，对工具主义而言，在科学的进步过程中，模型完全可以很好地取代理论。如果理论不能比模型(理论说明了其成功)提供更好的经验适当性，那么谁还需要理论。正是基于这一理由，有时人们假定，理论的语义观点比句法进路或公理化进路更能顺应一种工具主义科学哲学。

与实在论者相对照，这些子领域中的成功以及特别是相继的模型精度不断提高，都需要说明。当然，有人可能论证，比如进化生物学中的一组模型，有可能具有相当强的预测能力并确实能提高预测精度，尽管生物学中特有的普遍定律还有待在分子生物学的层次发现。例如，可能是这样一种情形，我们表述的生物学模型对于我们这样具有特殊认知和计算局限性及实际关切的生物是奏效的，但是那些模型并不实际反映有机体组织及其种群的某种层次的真实定律的运作。这或许是某些组织层次(levels of organization)中缺乏定律的一种实在论的说明，而在那些层次上存在着有效模型。但是，实在论者不可以采取这样的一个战略来说明缺乏定律，而定律可能说明物理学或者化学中模型的成功。

进而，实在论者将论证到，语义进路与公理化解释有着共同的关于理论存在性的承诺，这些理论具有独特性，不同于它所关注的那些模型。因为语义进路告诉我们，享有某些共同特征的一组模型被世界上的事物所满足，理论就是这样的实质性主张。理论是构成模型的一系列定义加上这样的主张：存在着事物，它们充分好地实现、满足、实例化、体现着这些定义，使得我们能够对其(可观察的和不可

观察的）行为的预测达到某种精度。把一个模型应用于真实过程，是这种实质性主张真理性本身固有的承诺。但是，这样一种主张不能只是用来组织我们经验的一种工具或者有用的器物。于是，像公理化解释一样，语义进路对科学中普遍主张的真理性负有责任。理论的语义观点像公理化解释一样，仍然担负着同样的智识责任，去说明理论为何为真、近似为真或至少渐次逼近真理。

此外，理论的语义观点面临着我们在上一节的末尾为公理化解释所留下的同样的难题。因为科学中许多模型是不可观察的理论体系的定义，如玻尔（Bohr）的原子模型是一个讲述了一个世纪的老例子，所以理论的语义观点面临着调和经验论与理论术语不可或缺性的难题，或者等价地面临着像公理化解释一样对理论对象作出承诺的难题。把一个模型用于世界，要求我们把它与什么可以被观察或者什么可以被经验联系起来，尽管什么被观察就是指一种影像（photograph），我们可以把它解释为表示亚原子的碰撞、双星或DNA分子的半保留复制。理论（或者模型）把数据说明成一种实在论者认为的东西，还是只把它组织成一种工具主义者认为的东西，如果不求助于经验论的认识论认为有问题的关于不可观察事物、事件、过程、性质这一王国的主张，理论就什么也做不了。但是，对于科学，最终的认识仲裁者是观察。然而，我们在第五章中将看到，观察如何检验任何一部分（理论的或非理论的）科学，都不是件容易理解的事情。

小结

科学理论的公理化解释，说明了一个理论的理论定律如何协同为大量经验的或可观察的规则性提供了一种说明，办法是把理论当

作演绎地组织起来的系统，其中的假设是经观察确证的假说，观察确证了从系统中导出的概括。定律作为假说，被从中导出的后承(consequences)所检验，这种想法被称作“假说-演绎主义”，它是有关理论与经验如何撮合在一起的一种已确立的解释。

理论实现说明功能的通常办法是，识别出引起可观察现象背后的不可观察过程或机制，而可观察现象检验着理论。还原论代表着关于一种科学理论与另一种科学理论之间关系的一种久远的观念。根据还原论，随着科学加深其对世界的理解，较狭隘的、不太精确的、较专门化的理论被揭示为只是更广泛的、更完备的、更精确的、更普遍的理论的一些特例，或者因为可以从它们中推导出来而成为可说明的。推导要求从更广泛的理论中逻辑演绎出较狭隘理论的公理，并且在演绎被实施之前通常要纠正较狭隘的理论。还原论者试图诉诸理论间的这种关系来说明自牛顿革命以来长时期的科学进步。几个世纪科学理论的还原，在(通过纠正)说明理论的失败方面的同时似乎也保留了理论成功的方面，这种还原很容易从科学理论结构的公理化视角得到理解。

不过，理论之公理解释的假说演绎主义，以及基于观察和实验的科学之广义认识论视角，当它们试图说明包含着理论化的、不可观察的构体(如细胞核、基因、分子、原子和夸克等)的理论术语之不可或缺性时，都面对重大的难题。因为一方面，没有直接的证据表明这些术语所命名的理论构体存在，而另一方面，理论没有它们就无法行使其说明功能。有些理论构体，如引力，确实是麻烦事，并且与此同时，我们需要从科学中排除经验证据不可能支持的神秘的、超自然的力和事物。有意义的词语最终必须具有由经验给出的意义，这一观念是吸引人的。然而，为理论语言找到一种通过此检验的方法，

同时排除无意义的不受控制的臆测的术语，是解释科学理论时必须面对的挑战。

对理论构体作出假定，对于说明是必不可少的，而且并没有由经验规定好，这一困难有时可以解决，办法是否认科学理论试图描述使观察概括（observational generalizations）系统化并加以说明的潜在实在（underlying realities）。这样一种观点被称作工具主义，或叫反实在论，它把理论只当作一种有启发性的设施，一种只用于预测的计算工具。相反，实在论是这样一种观念，它认为我们应当把科学理论视为一组字面上正确或错误的对不可观察现象的描述，坚持只有理论近似为真这一结论才能说明理论预测上的长期成功。工具主义者反对这种解释。

理论的公理化进路在容纳模型在科学中的角色时遇到困难。工具主义并没有麻烦，并且因为模型成为科学理论化的更为核心的特征，所以公理化进路和实在论遇到的困难增加了。这里情况最终变为，科学有较强的说明能力并能成功预测事物，科学展示的这种模式是否只能由实在论加以说明，或者用其他理论来说明，那些理论要能够组织和说明科学家提出的模型为何成功。

习题

1　演绎系统或者公理系统似乎并没有提供一种关于一个理论的组分如何"协同"起作用的明晰的解释。毕竟，一时冲动之下，任何两条定律都可以构作某种理论或其他东西的公理。关于一个理论中定律如何"协同"起作用，你能否提供一种更精确的观念？

2　"建构经验论"真的提供了工具主义与实在论之间的一种可行的中间道路吗？

3　评估下述有关实在论的论证："随着技术的进步，昨天的理论构体成为今天的可观察对象。如今，我们已经能够探测细胞、基因和分子。将来，我们将能够观察光子、夸克等等。这将证明实在论是正确的。"

4　语义进路强调模型的作用，是什么使得语义进路更顺应工具主义而不是实在论呢？

5　工具主义向我们提供了科学之成功的说明吗？如果是这样，那种说明是什么？如果不是这样，为什么不是？

延伸阅读

科学理论化之哲学分析的历史，见于萨普(F. Suppe)主编的书《科学理论的结构》(The Structure of Scientific Theories)。公理化进路也许首次在布莱斯韦特(R. Braithwaite)的《科学说明》(Scientific Explanation)中得到了彻底的阐述。从逻辑经验论时期涌现出来的，对理论以及一般的科学最有影响的、博大精深的解释，或许是内格尔(E. Nagel)的《科学的结构》(The Structure of Science)*，第一版出版于1961年。这部权威著作对于考察科学哲学的所有论题都值得仔细研究。它对理论本性的解释、对例证的发展以及对哲学问题的鉴赏，迄今无可匹敌。内格尔对理论结构、还原论和实在论/反实在论问题的讨论，设定了随后几十年的研究议程。反映在内格尔的还原概念中的科学进步的观点，在牛顿-史密斯(W. Newton-Smith)的《科学的合理性》(The Rationality of Science)中得到了考察。斯佩克

* 中译本：内格尔著，徐向东译，《科学的结构》，上海译文出版社，2002年。——译者

特(M. Spector)的《物理科学中的还原观念》(Concepts of Reduction in Physical Science)及罗森堡的《生物科学的结构》(The Structure of Biological Science)，阐述并考察了自然科学这两大门类中理论间的关系。关于这一主题，在《科学哲学》(Philosophy of Science)和《英国科学哲学杂志》(The British Journal for Philosophy of Science)等学术期刊中，已经发表过并且还会继续出现许多论文。

亨普尔在《科学说明的诸方面》一书中的论文"理论家的窘境"(The Theoricians Dilemma)中，表述了调和理论构体之不可或缺性与经验论要求的问题，前者是说明所要求的，后者指命名那些构体的术语观察上应当是有意义的。《科学说明的诸方面》中的其他论文，包括"意义的经验论判据：问题与变化"(Empiricist Criteria of Significance: Problems and Changes)，反映了这些问题。最早的最严格的有关实在论的后实证论的论证，要算斯马特(J. J. C. Smart)的《科学与哲学之间》(Between Science and Philosophy)。亨普尔的问题所引起的实在论者与反实在论者或者工具主义者之间的争论，在勒普林(J. Leplin)主编的《科学实在论》(Scientific Realism)中得到很好的处理，它包含了博伊德(R. Boyd)和麦克马林(E. McMullin)捍卫实在论的论文；劳丹(L. Laudan)发展的依据科学史的"悲观归纳"(pessimistic induction)导致否定实在论的论文；范弗拉森表述"建构经验论"的论文；以及法恩(Arthur Fine)的"自然的本体论态度"(The Natural Ontological Attitude)一文，在此文中法恩找到了实在论与反实在论共同具有的一个灾难。范弗拉森的观点在《科学的形象》(The Scientific Image)一书中有彻底的阐述。勒普林的《科学实在论的新论证》(A Novel Argument for Scientific Realism)反对范弗拉森和其他人，给出了实在论的最新捍卫。丘奇兰(P. Churchland)和胡克(C. A. Hooker)主

编的《科学的形象：论实在论与经验论》(Images of Science: Essays on Realism and Empiricism)，是讨论“建构经验论”的一部论文集。

理论的语义观点，在萨普的《科学理论的结构》以及范弗拉森的《科学的形象》中都有详尽的阐述。它在生物学中的应用，在汤普森(P. Thompson)的《生物学理论的结构》(The Structure of Biological Theories)及劳埃德(E. Lloyd)的《进化论的结构》(The Structure of Evolutionary Theory)中都有所探讨。

第五章 科学理论化的认识论

概要

假定我们已经解决了实在论与工具主义的争论。但是观察和证据、数据的收集等等，事实上究竟是如何使得我们在不同的科学理论间作出选择的这个问题依然存在。一方面，几百年来科学及其哲学一直想当然地这样做着。另一方面，没有人能够完全说清楚它们是怎样做到这一点的，在20世纪中，说明证据究竟如何控制着理论，面临着与日俱增的挑战。

对英国经验论历史的简单回顾，显示了这样的解释议程：科学是如何产生得到经验辩护的知识的。即使我们能够解决休谟提出来的归纳问题，或者能够证明它是一个伪问题，我们也必须面对这样的问题：什么东西可视为支持一个假说的证据。这个问题看起来容易，但是最终它变得非常复杂，科学哲学做了大量努力，未能做到使每个人都满意。

现代科学在假说的检验中，大量使用统计方法。我们将考察在

多大程度上可以为了哲学而同样诉诸概率论，来表达数据支持理论的方式。第二章在援引概率论时引出了一些问题：我们打算如何来理解这个概念，与此类似，借用它来说明假说的确证，也迫使我们在概率的各种可能的解释中作出选择。

即使我们采纳被最普遍接受的关于理论确证的解释，我们还面临进一步的挑战：亚决定性(underdetermination)论题，据此，即使所有的数据都齐备了，数据本身也不会在相互竞争的科学理论间作出选择。哪一个理论(如果有的话)是真实的理论，不是证据能够完全决定的，即使所有的证据都摆了出来。这一结论，在其被采用的范围内，不但威胁了经验论关于在科学中如何认证知识的图景，而且如第六章将描述的，也威胁到科学客观性的整座大厦。

5.1 作为科学之认识论的经验论的简史

科学革命始于哥白尼、第谷·布喇厄和开普勒之中欧，转移到伽利略之意大利，然后波及到笛卡儿之法国，结束于牛顿之英格兰的剑桥。科学革命也是一场哲学革命，理由我们已经指出过。在17世纪，科学是“自然哲学”，历史可能格外青睐这些来自不同领域的人物，他们对科学和哲学都作出了贡献。牛顿写过许多科学哲学作品，笛卡儿对物理学贡献不菲。但是，正是英国经验论者自觉地尝试去考察，这些科学家所拥护的知识论(theory of knowledge)是否能够证明，牛顿、玻意耳、哈维和其他实验科学家在他们的时代如此快速地用于拓展人类知识前沿的方法的正确性。

经过从17世纪后期到18世纪后期这样一段时间，洛克、贝克莱和休谟设法刻画基于感官经验之上的知识之本性、限度和辩护，考虑它是否可以把他们时代的科学发现认证为知识并把它们与怀疑论隔离

开来。他们考察的结果是混杂的，但一点也没有动摇他们以及多数科学家把经验论作为正确认识论的信念。

洛克试图发展关于知识的经验论，认为不存在什么先天观念，以坚决反对笛卡儿等唯理论者而闻名。“心灵中没有什么东西不是首先在感官中出现过的。”但是洛克又是一个坚定的实在论者，他相信17世纪的科学所揭示的那些理论构体。他赞成这样的观点，物质是由不可觉察的原子——用那个时代的隐语叫“微粒”——构成的，并且区分了两种性质，物质实体(material substance)及其性质为一方，它所引起的颜色、质感、气味和味觉等感官性质(sensory qualities)为另一方。根据洛克，物质的真实性质只有牛顿力学告诉我们的它所拥有的质量、空间中的广延、速度等等。事物的感官性质是事物所引起的我们头脑中的观念。正是通过把感官效应回推为物理原因，我们才获得了世界的知识，而科学使知识得以系统化。

洛克的实在论及其经验论不可避免地导致怀疑论，但洛克并没有认识到这一点。正是下一代的一位哲学家贝克莱理解到，经验论会使我们对我们不能直接观察之事物的信念产生怀疑。如果洛克只能觉察到感官性质，而它根据其本性只存在心灵中，那么他是如何获得有关物质存在性的确定知识的？我们不能比较颜色或质感等感官特性与其原因，以察明这些原因是否是无色的，因为我们没办法接近这些事物，所以不能比较它们。我们可以设想某种东西是无色的，但是我们不能设想一个物体缺少广延或者质量，对于这个论证，贝克莱反驳道，感官性质与非感官性质彼此彼此，比如设法构想一种没有颜色的东西，在这一过程当中两者的地位相当。如果你把它想象为透明的，那么你一定添加了背景颜色，而这是在作弊。对于事物引起我们体验到的其他一些称作主观性的性

质，情况也类似。

在贝克莱看来，没有经验论我们就不能弄清楚语言的含义(meaningfulness)。贝克莱极好地采纳了，如我们在上一章所勾勒的语言作为命名感官性质的理论。如果假定语词是命名感官思想的，实在论就变成假的了，因为命名这些事物的词语必定无意义，实在论声称科学发现了关于我们不可能有感官经验的事物的真理。贝克莱提出了一种强形式的工具主义以代替实在论，想方设法对17和18世纪的(包括牛顿力学在内的)科学建构一种解释，认为它们是我们用于组织我们经验的一组启发性装置、计算规则和方便的虚构。贝克莱认为，这样做就可以把科学从怀疑论那里解救出来。对贝克莱来讲，他没有意识到经验论与工具主义之组合的另一种替代物是唯理论(rationalism)和实在论。原因在于，到18世纪，实验在科学中的地位已经牢固确立，不可能有什么其他选择能够代替经验论作为一种科学认识论而广泛受到欢迎。

的确，休谟的意图正是把他所说的科学探究的经验方法应用于哲学。像洛克和贝克莱一样，他试图证明知识(特别是科学知识)承兑着经验论的责难。休谟没有采纳贝克莱的激进工具主义，他试图说明为什么要对科学以及常识信念作出一种实在论的解释，而不是在实在论和工具主义之间取一种折中态度。但是如我们在第二章看到的，休谟对经验论纲领的追求，导致他面对的是不同于实在论和经验论之冲突所提出的问题。他要面对的是归纳问题：已知我们现在的感官经验，我们从它们及从我们过去的记录推断出未来及我们所寻求的科学定律和理论等东西，我们如何为这种推断进行辩护？

休谟的论证通常被重建如下：存在且只存在两种为一个结论进行

辩护的方式：演绎论证，其中结论由前提演绎地推导出来；以及归纳论证，其中前提支持结论但不保证结论。演绎论证世俗上被描述为前提中“包含”着结论，而归纳论证通常被描述为从特殊到一般的运动过程，比如我们观察到 100 只白天鹅，由此我们推断所有天鹅都是白色的。现在，如果要求我们为归纳论证——从特殊到一般或者从过去到未来的论证——在未来是可靠的这一主张作出辩护，那么我们能做的惟有采用一种演绎论证或者一种归纳论证。任何演绎论证要得到这样的结论的麻烦在于，至少前提之一本身要求归纳的可靠性。例如，考虑下述的演绎论证：

1 如果一项实践在过去是可靠的，那么它在将来也将是可靠的。

2 在过去，归纳论证是可靠的。

所以，

3 归纳论证在将来将是可靠的。

这个论证是演绎有效的，但是它的第一个前提要求得到辩护，并且只有对前提令人满意的辩护才能保证这个论证试图建立之归纳的可靠性。任何有关归纳可靠性的演绎论证，都至少包括一个循环论证的前提。这就只剩下用归纳论证来为归纳进行辩护了。但是显然，对归纳的归纳论证并不支持其可靠性，因为这样的论证本身也是循环论证。如上所述，与所有自我援引的循环论证一样，对归纳可靠性的归纳论证就像通过许诺你将信守诺言来支持偿还借贷的承诺一样。如果作为一个诺言恪守者你的可靠性本身成问题，提出第二个承诺去保证第一个承诺，将是无意义的。休谟的论证 250 多年来被当作关

于经验科学的怀疑论论证，因为它暗示关于科学定律的所有结论，以及科学所作出的关于未来事件的所有预测，说到底都是没有保证的，它们都依赖于归纳。休谟自己的结论却完全是另一番景象。他指出，作为在世界上活动的一个人，他满足于归纳论证是合理的，因为他认为该论证所显示的是，我们尚未发现对归纳的恰当辩护，而不是对它而言不存在辩护。

经验论随后的历史分享了休谟的信念：对归纳而言存在一种辩护，因为经验论试图证明经验科学作为知识是可靠的。在整个19世纪，诸如穆勒(John Stuart Mill)等哲学家一直在寻找休谟问题的解答。在20世纪，许多逻辑实证论者仍然相信或许可以为归纳问题找到一种解答。据赖辛巴哈(Hans Reichenbach)，一种逻辑实证论的论证试图表明，如果预测未来的任何一种方法有效的话，那么归纳就必定有效。假设我们想搞清楚德尔斐(Delphi)的神谕是否是一种精确的预测装置。能做到的唯一的办法就是对此神谕作一番测试：请求一系列预测然后断定它们是否被言中了。如果得到了证实，就可以把神谕当作一种精确的预测器。如果不是这样，神谕对未来预测的可靠性就不足以信赖。但是要注意，这种论证的形式是归纳的。如果任何办法(在过去)有效，那么只有归纳可以告诉我们它(在未来)还有效。我们如何保证归纳之辩护呢？这一论证面临两个困难。第一，它至多证明如果某种方法有效的话，那么归纳有效。但是这与我们想要的结论相差很远，因为我们想要证明某种方法确实事实上有效。第二，这个论证将不会动摇神谕的信徒。神谕的信仰者没有理由会接受我们的论证。他们将求助于神谕以获知归纳是否有效，并把它视为神的旨意。另外尝试使神谕信仰者确信归纳是否支持了他们预卜未来的方法，完全是徒劳的。如果某种方法有效那么归纳就有效，

这种论证本身也是循环论证。

其他实证论者相信，休谟问题的解决在于澄清各种各样的概率概念，并把数理逻辑在一个世纪的进展结果应用于休谟的经验论。一旦科学中使用的各种概率概念被梳理清楚，他们就希望或者辨识出从数据到假说的科学推理过程中所采用的观念，或者精释那种观念，为能够证明其正确性的科学推断提供一种“合理重构”。回忆一下精释科学说明的 D-N 模型时的策略。在科学哲学中，实证论者比科学哲学中其他任何计划都花费了更多的时间来试图理解和精释实验方法的逻辑——从数据推断出假说。理由是显然的。对科学而言，没有什么比向经验学习更为紧要，这也就是经验论的根本含义所在。他们相信，这就是通向找到休谟问题解决方案的道路。

第三章所讲述的有关概率的解释，部分反映了这些哲学家的工作。在本章中，我们将接触他们所揭示的关于概率的更多东西。这些哲学家及其学生所作的关于概率以及一般的实验方法之逻辑基础的发现，超出了休谟先于这群经验论者所提出的那些问题，最终提出了新的问题。

5.2 科学检验的认识论

早在科学被迫援引不可观察的事物、力、性质、功能、能力和素质(disposition)去说明经验和实验室中可观察事物的行为之前，就有了大量各种各样的科学。甚至在我们推断理论构体和过程存在之前，我们已经在做理论化了。一条科学定律，即使仅仅牵涉我们能够观察的事物，也要超越所给出的数据，因为它作出了一种主张，它之为真是处处并且总是为真的，不只在是在表述该科学定律的科学家的经

验中为真。这当然使得科学是可错的：科学定律，我们此时的最优估计假说，可以最终成为，事实上通常成为，错误的。但是，我们正是通过实验发现了这一点，并且通过实验改进了它，假定它更接近于我们试图发现的自然定律。

陈述科学家所积累的证据与证据所检验的假说之间的逻辑关系，似乎是小事一桩。但是科学哲学家发现，检验假说决非简明易懂的事情。人们从一开始就认识到，形如"所有 A 都是 B"的一般性假说——如"所有铜样本都是电导体"——不可能完全被确证，因为该假说将涉及无穷多个 A，并且经验只能提供关于有限数量 A 的证据。有限数量的观察本身，即使数量很大，也可能只是一个假说关于潜在无穷多铜样本(比如说)的无穷小的部分证据。经验证据至多在某种程度上支持一个假说。但是我们将会看到，它也可以在同样程度上支持其他一些假说。

另一方面，情况似乎是，这样的假说或许至少可以被证伪。毕竟，要表明"所有 A 都是 B"为假，人们只需要找到一个不是 B 的 A 就成了：毕竟，只要找到一只黑天鹅，就否定了所有天鹅皆为白色的主张。**理解证伪**(falsification)的逻辑特别重要，因为科学是可错的。科学通过把一个假说付诸愈益严格的检验而进步，直到假说被证伪，于是可以纠正它，改进它，或使之让位于更好的假说。科学对真理的日趋逼近，关键要看证伪检验(falsifying tests)和科学家对它们的反应。的确，某些科学哲学家论证到，科学家根本不寻求证据来确证假说，而只是试图证伪它们。根据波普尔(Karl Popper)，这些哲学家论证说，因为有限量的证据不可能在科学家提出的大量可能的假说间作出区分，所以科学家根本不可能确证哪一个假说。但是他们不需要那样做。科学家寻求对其主张的证伪，而不是确证。只有通过证

伪假说，我们才能学会如何提高他们的预测精度和说明能力。对这些哲学家而言，假说的经验内容在于，是否存在可证明其为假的可能的观察。

但是，一般性的假说严格地可证伪这一主张是不正确的。因为没有什么东西会单独从一般定律中得出。从“所有天鹅都是白色的”并不能得出存在着天鹅，更不用说存在白天鹅了。为了检验这个概括，我们需要独立地建立至少存在一只天鹅，然后检验其颜色。即使检验最简单的假说也要求“辅助假设”(auxiliary assumptions)，即关于假说被检验的条件的进一步的陈述。例如，为了检验“所有天鹅都是白色的”，我们需要建立“这只鸟是天鹅”，并且在这样做的时候要求我们假定除其颜色外关于天鹅的其他概括也是真的。摆在我们面前的一只灰鸟是只灰雁怎么办？单个证伪检验不会告诉我们错误究竟出在接受检验的假说中，还是出在为了揭示证伪证据我们所需要的辅助假设中。

为了更清楚地看到问题，我们考虑 $PV=rT$ 的一种检验。为了检验理想气体定律，我们测定三个变量中的两个，即气体容器的容积和温度，运用该定律计算一种预测的压强，然后我们把预测的气体压强与实测的压强数值进行对比。如果预测值等于观测值，那么证据就支持了假说。如果不是这样，那么就可以说假说被证伪了。但是在对理想气体定律的这种检验中，我们需要测量气体的体积和温度。测量温度要求一个温度计，而使用温度计要求我们接受一个或者多个关于温度计如何量热的相当复杂的假说，例如这样的科学定律：密闭玻璃管中的水银遇热膨胀，并且均一地膨胀。但是，这是另一个一般性假说了——为了使理想气体定律付诸检验我们需要援引的一个辅助假说。如果气体压强的预测值与观测值差别很大，问题可能出在

我们的温度计有缺陷，或者我们用密闭管中水银的膨胀来测量温度变化的假说是错误的。但是，如果说因为玻璃管被打破了于是那个温度计有缺陷，这样又预设了另一个一般性假说：具有坏玻璃管的温度计不能准确地测定温度。当然，现在在许多检验案例中，辅助假说不超出一个领域的最基本概括，如酸使蓝色石蕊试纸变红，没有人会认真挑战这一说法。但是辅助假说可以出错这种逻辑可能性是不容否认的，任何检验过程都是在假定辅助假说正确的前提下进行的，如果放弃辅助假说并令这些辅助假说为假，那么原则上总是可以保持任何假说免于被证伪。并且，假说有时在实践中保持不被证伪。* 下面是一个经典例子，其中一个检验的证伪被恰当地指向辅助假说的虚假性上，而不是指向处于被检验之中的理论本身。在 19 世纪，随着望远镜观测的改进，由牛顿力学导出的天王星在夜空中的位置预测与观测值不符。但是，一些天文学家并没有指责牛顿运动定律被证伪，而是挑战辅助假设。辅助假说认为除了已知行星作用于天王星外不存在其他的力。通过计算，有必要假定存在着新的天体，它的额外引力从特定的方向起作用，如果考虑了这一点，牛顿定律就与原来表观上证伪牛顿定律的数据一致了，天文学家由此相继发现了海王星和冥王星。**

从逻辑的角度看，科学定律既不可被可获得的证据完全确立，也不可被有限量证据全盘证伪。这不意味着科学家由于反面证据而放弃

---

* 在科学哲学中有一个非常重要的逻辑表达式 $T \wedge A \rightarrow O$，它对于理解科学说明、理论检验以及亚决定性等都具有极端重要性。它有如下的等价形式(读者可以自己验证它们为什么等价)：$(\sim O) \rightarrow [\sim (T \wedge A)]$，或 $(\sim O) \rightarrow [(\sim T) \vee (\sim A)]$。其中可以把 T 理解为有待检验的理论，A 为辅助假说(其实可以不止一个)，O 为观察，～意思是否定。后一个表达式的含义为：否定性的观察结果会引出的结论是，或者理论错了，或者辅助假说错了，两者都可能，观察本身并没有指定哪一个错了。——译者

** 原文对此经典案例的叙述比较混乱而且有错误，征得作者同意，在不影响原书结构的情况下作了重新表述。——译者

假说或者由于实验的正面结果而接受假说，就是没道理的。它所表明的只是，确证(confirmation)* 或者否证(disconfirmation)是相当复杂的事情，不仅仅是从一个被检验的假说中导出正面或者负面的例证。的确，正面例证(positive instance)本身变成了一个很难理解的概念。

考虑假说“所有天鹅都是白色的”。假定这里有，一只白色的鸟——它是一只天鹅，和一只黑色的长筒靴。哪一个是我们假说的正面例证？噢，我们想说，只有“白色的鸟”是，那只“黑靴子”与我们的假说无关。但是从逻辑上看，我们无权得出这一结论。因为逻辑告诉我们，“所有 **A** 都是 **B**”当且仅当“所有非 **B** 都是非 **A**”。为了看清这一点，考虑什么可能是“所有 **A** 都是 **B**”的一个例外呢？这个例外是，有一个不是 **B** 的 **A**。但这也必定是“所有非 **B** 都是非 **A**”的一个例外。于是，这两种形式的陈述是逻辑上等价的。结果，所有天鹅都是白色的当且仅当所有非白色的东西都是非天鹅，** 既然黑色的长筒靴是一种非白色的非天鹅的东西，*** 于是它是假说“所有非白色的东西都是非天鹅”(即“所有天鹅都是白色的”)的一个正面例证。在这里，一定有某种东西出了严重的错误！确实，评估关于天鹅的一个假说的方法不是去检查长筒靴子！这个结果至少表明，一个假说显而易见的“正面例证”并不是一个如此简单的概念，我们并没有完全搞懂它。

从这个问题的困难中得出的一个结论支持了波普尔的想法，科学家没有或者至少不应当设法通过堆积正面例证的办法确证假说。他们应当设法通过寻找反例来证伪他们的假说。但是科学检验的问

---

* 此词也译作“认证”、“确认”。其实，在天主教领域有一个更贴切的中译名“坚振”。——译者

** 日常汉语通常这样讲：“所有不是白色的东西都不是天鹅。”——译者

*** 日常汉语通常这样讲：“黑色的长筒靴不是白色的也不是天鹅。”——译者

题，确实比单纯定义正面例证的困难更加深入。

考虑一般的假说“所有的爱莫日特都是绿色的”。* 一颗绿色的爱莫日特确实是这个假说的一个正面例证。现在定义术语“格路”(grue)为：“当时间 t 小于等于公元 2100 年时为绿色，或者当时间 t 大于公元 2100 年时为蓝色。”因此，公元 2100 年以后，无云的天空将是格路的，并且任何已经被观察的爱莫日特也是格路的。考虑假说“所有爱莫日特都是格路的”。会有这样的情况，到目前为止每一个观察到的支持“所有爱莫日特都是绿色的”的正面例证，也显然是“所有爱莫日特都是格路的”的正面例证，尽管这两个假说在它们关于公元 2100 年以后发现的爱莫日特的主张是不相容的。但是，“两个假说被同样好地确证”的结论，是荒唐的。假说“所有爱莫日特都是格路的”决非只是比“所有爱莫日特都是绿色的”较少得到确证，而是根本没有证据支持。这意味着，已经发现的所有绿色的爱莫日特，根本不是“所有爱莫日特都是格路的”的“正面例证”，或者它可能是一个得到良好支持的假说，因为存在非常多绿色的爱莫日特并且不存在非绿色的。但是，如果绿色爱莫日特不是格路假说的正面例证，我们就需要给出它们为什么不是的理由。

我们或许也可以把这个问题重新表述为关于证伪的问题。因为证伪“所有爱莫日特都是绿色的”的每个尝试都已经失败了，所以对于证伪“所有爱莫日特都是格路的”也失败了。这两个假说都经受住了同样的科学检验的考验。它们是同样合理的假说。但是，这是荒唐的。不管我们的方法是寻求确证假说还是证伪假说，格路假说

* emerald 通常译作祖母绿，它是宝石的一种。但是，此中文译名字面上带有颜色字“绿”，而这个例子中却专门讨论颜色问题，为避免不必要的混淆，在此特意采取音译。其实它是什么东西无所谓，也可以简单地称“宝石”或者“石头”。——译者

都不是我们片刻就能对付的。于是，我们的问题不是让科学仅仅寻找证伪就能解决的问题。

人们倾向于对此问题作出这样的反应：把谓词“格路”当作人为的、捏造的、没有命名真实性质的术语而拒斥掉。“格路”是用“真实性质”绿色的和蓝色的构造出来的，一个科学假说必须只使用事物的真实性质。因此，格路假说不是一个真实的科学假说，并且它没有正面例证。不幸的是，这一论证遭到了强有力的反驳。定义伯力(bleen)为“t 小于等于公元 2100 年时为蓝色的，或者当 t 大于公元 2100 年时为绿色的”。此时我们可以把假说“所有爱莫日特都是绿色的”表述为“所有爱莫日特在 t 小于等于公元 2100 年时为格路的或者在 t 大于公元 2100 年时为伯力的”。因此，从科学语言的观点看，“格路”是一个可理解的概念。进而，考虑把“绿色的”定义为“当 t 小于等于公元 2100 年时为格路的或者当 t 大于公元 2100 年时为伯力的”。还有什么能够阻止我们认为绿色的不是一个从“格路”和“伯力”导出的、人为的、捏造的术语呢?

我们所寻找的是“绿色的”和“格路的”两者的区别，这种差别使得在科学定律中“绿色的”是允许的，而“格路的”是不允许的。根据构造了“格路”问题的古德曼(Nelson Goodman)，哲学家为那些在科学定律中允许的谓词发明了**“可投射的”**(projectable)这一术语。于是，是什么使得“绿色的”是可投射的?事情不可能是这样：“绿色的”是可投射的，因为“所有爱莫日特都是绿色的”是一个得到良好支持的定律。由于我们的问题是证明为什么“所有爱莫日特都是格路的”不是一个得到良好支持的定律，即使它拥有与“所有爱莫日特都是绿色的”一样多的正面例证。“格路”难题被称作“新归纳之谜”，是确证理论中尚未解决的一个问题。自其发明后几十年来，哲

学家对此问题提出了许多解决方案，却没有一个取得了竞争优势。不过，对此问题的考察使人们能够比逻辑实证论者或者其经验论先驱者更深入地理解科学确证的方方面面。所有科学哲学家都同意的一件事是，新归纳之谜显示的是，确证的概念变得相当复杂，即使关于我们能够观察的事物的最简单的概括也会碰到此种复杂性。

5.3 统计和解围的概率？

此时，一些科学家可能会对科学哲学家失去耐心。为什么不干脆把格路与伯力等困惑视为哲学家的虚构，而继续关注定义经验确证概念的严肃但或许更可解的问题呢？即使已经知道科学的可错性，知道一劳永逸地确立定律的真或假的不可能性，以及知道辅助假说在理论检验中不可避免地扮演的角色，我们仍然可以转向统计理论和概率(probability)概念来说明观察、数据收集和实验是如何检验科学理论的。那些对哲学家制造的有关数据如何确证假说的重重疑难失去耐心的科学家，也会坚持这是一个统计问题，不是哲学问题。不必担心假说的正面例证可能是什么的问题，或者也不必担心正面例证为什么确证了我们实际上怀有信心的假说而不是一大堆供选择的我们甚至未曾梦想过的可能性(possibilities)的问题，我们应当把假说检验的本质留给概率系和统计系去研究。这条建议，哲学家已经坚决地试图照做过。我们将会看到，它只不过提出了更多的关于经验指引科学知识增长之方式的问题。

一开始，有这样的问题：一些数据提高了一个假说的概率，这一事实是否使得那些数据成为假说的正面证据(positive evidence)。初听起来，回答这个问题易如反掌，其实并非如此。定义 $p(h, b)$ 为在辅助假说 b 给定情况下假说 h 的概率，定义 $p(h, e$ 和 $b)$ 为在辅

助假说 b 和某些实验观察 e 给定情况下假说 h 的概率。假定我们接受下述原则：

> e 是假说 h 的正面证据，当且仅当 $p(h, e \text{ 和 } b) > p(h, b)$。

于是，在这种情况下，e 是计入 h 的证据的“新”数据，如果此数据提高了 h 的概率（已知检验 h 时所要求的辅助假说）。例如，已知在尸体上发现的枪不是男管家的（b），新的证据是枪上有他的指纹（e），这时认为男管家是疑犯（h）的概率，显然要高于这样的假说：尸体上有枪但没有指纹的情况下认为男管家是疑犯。正是指纹，提高了 h 的概率。这就解释了为什么指纹是“正面证据”。

对正面证据的此种定义很容易构造一些反例，反例表明，对于某些关于观察的陈述，增大概率本身对于确证一个假说既非必要也非充分。这有两例：

本书的出版，会增大本书被拍摄成由汤普森（Emma Thompson）主演的大片的概率。* 毕竟，本书如果不出版的话，被拍摄成电影的机会将更小。但是，本书的实际出版也一定不是本书将被拍摄成由汤普森主演的大片这一假说的正面证据。某个事实提高了一个假说的概率，单纯据此就认为它构成了假说的正面证据，这完全是不清楚的。类似的结论可从援引了对于讨论概率问题非常有用的彩票概念的反例中得到。考虑一种公平的抽彩，共有 1000 张彩票，安迪

---

* 汤普森（Emma Thompson），著名女电影演员，1959 年出生于英国，曾获金球女主角奖和奥斯卡最佳女主角奖。——译者

(Andy)买了其中的10张，贝蒂(Betty)买了1张。 *h* 是贝蒂赢得抽彩的假说。 *e* 为观察：除了安迪和贝蒂所购彩票外其余所有彩票在开奖前均已被销毁。 *e* 当然增加了 *h* 的概率，使 *h* 的值从0.001变到了0.1。但是我们并不清楚 *e* 是"*h* 为真"的正面证据。 事实上，说 *e* 是"*h* 不为真"(也就是说安迪将得奖)的正面证据似乎更合理一些。 因为安迪得奖的概率从0.01增加到了0.9。 另外一个抽彩案例暗示，提高概率对于成为正面证据并不是必要的。 一则正面证据反而有可能降低它要确证的假说的概率。 假定在我们的彩票故事中，安迪已经从星期一售出的1000张中买了999张。 假定 *e* 是证据：到了星期二已经售出1001张，安迪买了其中的999张。 这个 *e* 降低了安迪获奖的概率，从0.999变到了0.998……。 但是，*e* 毕竟仍然是安迪将获奖的证据。

对付这两个反例的一种方法是，作出直接限定，如果 *e* 使得 *h* 的概率变大，比如大于0.5，则 *e* 是 *h* 的正面证据。 于是，在第一个例子中，因为证据没有大大增加贝蒂得奖的概率，即概率没有接近0.5；而在第二个例子中，证据没有大大减小安迪得奖的概率，即概率没有远远小于0.999，那么在重新考察时，这些情况并没有破坏正面证据的概念。 现在，正面证据被当作使得假说高度概然的(highly probable)证据，但是，针对正面证据的这个新定义还是容易构造一个反例。 这是一个有名的例子：*h* 是假说"安迪没有怀孕"，而 *e* 是陈述"安迪吃维太比克斯早餐麦片"。* 因为 *h* 的概率很高，在已知 *e* 的情况下 *h* 的概率 *p*(*h*, *e*)也是相当高的。 然而，*e* 无疑不可能是 *h* 的

---

* 维太比克斯(Weetabix)是英国一家早餐麦片生产商，成立于1932年，现在已在许多国家销售这一品牌的产品。 ——译者

任何证据。当然，我们忽略了定义中内含的背景信息 b。如果我们加上背景信息“男人不可能怀孕”，那么，在已知 e 和 b 情况下 h 的概率 $p(h, e$ 和 $b)$ 也一定会与 $p(h, e)$ 相同，并因此而排除了反例。但是，如果 b 是陈述“男人不可能怀孕”，e 是陈述“安迪吃维太比克斯”，h 是陈述“安迪没有怀孕”，那么 $p(h, e$ 和 $b)$ 将很高，作为概率它接近于 1。于是，即使 e 本身并不是 h 的正面证据，但“e 加 b”却是，只是因为 b 是 h 的正面证据。当 e 加 b 是证据时，我们不能排除 e 作为正面证据，只是因为它是一个本身对 h 的概率没有影响的合取，有时正面证据与其他数据结合起来时反而确实提高了一个假说的概率。当然，我们想说在此情况下，e 可以被消掉而不减小 h 的概率，e 是概率上不相干的，并且这就是它不是正面证据的原因。但是，提供概率不相干的一种石蕊指示剂检验可不是件轻松的任务。这可能与定义正面例证一样困难。不管怎么样，我们在这里简介了用概率概念阐述证据观念的困难。

一些科学哲学家坚持认为，概率论及其解释足以使我们理解数据是如何检验假说的，他们将对这些问题作出回应，会正视证据的概率与我们关于证据的常识观念之间的失配。我们的日常概念是定性的，不精确的，不是对其涵义细致研究的结果。概率则是一个定量的数学概念，有着严格的逻辑基础。它可以使我们区分出来日常观念无法作出的区别，并能够说明这些区别。回顾一下逻辑经验论者的做法，他们想为说明等概念寻找合理重构或精释，要求说明概念能提供必要且充分的条件以取代日常语言的不精确性和含糊性。同样，确证问题的许多当代学人，亦想用更精确的可定量化的概率观念取代关于证据的日常观念。对他们而言，上面提到的反例只不过反映了这一事实，那两类概念不是等同的。在我们对数据如何检验理论的探究

中，没有理由不用“概率”概念代替“证据”。有些哲学家走得更远，认为不存在作为证据确证或者否证一个假说本身的东西。科学中的假说检验总是一种对比的事情：只能说假说 h_1 比假说 h_2 被证据更好或者较差地确证，而不能说 h_1 在任何绝对的意义上被 e 确证。

这些哲学家认为，数学概率论是理解科学理论之确证的关键。这一理论是极其简明的。它只包含三条非常显然的假设：

1 概率用 0 到 1 之间的数来测度。

2 必然真理(如“4”是一个偶数)的概率为 1。

3 若假说 h 与假说 j 不相容(incompatible)*(如“人体中有 46 条染色体”与“人体中有 48 条染色体”)，则 $p(h\text{ 或 }j) = p(h) + p(j)$。

从这些简明而直截了当的假设，可以仅通过逻辑演绎就能推导出其余的数学概率论。特别是，从概率论的这三条公理中，我们可以导出首先由 18 世纪的英国数学家贝叶斯(Thomas Bayes)证明的一个定理。此定理引发了当代有关确证的汗牛充栋般的讨论。在引入这个定理前，我们需要再定义一个概念：任意一个陈述的条件概率(conditional probability)，假定在另一个陈述为真的情况下。在数据 e 的描述下，假说 h 的条件概率写作 $p(h/e)$，它被定义为，“h 和 e 都为真的概率”与“e 单独为真的概率”的比值：

---

* 英文用的是 incompatible，似乎不够准确，因为此词有矛盾之意，显得过强。一般会用 disjoint，即“不相交的”，如 disjoint events(不相交的事件)。译者询问过原作者，答复是：“By incompatible I mean that h implies the falisty of j and j implies the falisty of h. Disjoint is the name for this relationship in set theory, but I did not want to introduce another technical term.”——译者

$$p(h/e) = \text{df}\,\frac{p(h\text{和}e)}{p(e)}$$

粗略说来，“e 上 h 的条件概率”相当于概率的比值，即 e 为真时“包含”了 h 也为真的概率。根据柯德和科弗，我们可对这一公式作如下解释。设想有一镖靶，靶上有两个交叠的圆，分别标为 e 和 h。如果有只镖打在靶上的圆 e 中，它同时也落在圆 h 中的概率有多大？这说的就是已知它落在 e 圆中的情况下它落在 h 圆中的条件概率。此概率就相当于 e 圆和 h 圆重叠部分的面积除以 e 圆的面积。e 圆相对于 h 圆的尺寸越大，它落在 e 圆同时也落在 h 圆中的机会就越小，反之亦然。e 上 h 的条件概率，即已知 e 为真时 h 为真的概率，将是一个分数，它的分母是 e 的概率，分子是 e 与 h 合起来的概率。注意 $p(h/e)$ 与 $p(e/h)$ 不同。

现在，如果 h 是一个假说，e 是数据的一个报告，那么我们能够计算 h 在 e 上的条件概率 $p(h/e)$。换句话说，贝叶斯定理恰好给出了我们想要的东西：用于计算一些证据 e 使得假说 h 有多大的可能性的数学公式。此公式如下：

贝叶斯定理：

$$p(h/e) = \frac{p(e/h) \times p(h)}{p(e)}$$

贝叶斯定理告诉我们，一旦我们得到了某些数据 e，并且我们已经知道如下三个数，我们就可以计算数据 e 是如何改变 h 的概率的，提升了还是降低了它的数值。这三个数为：

$p(e/h)$——假定 h 为真时 e 为真的概率[不要混淆于 $p(h/e)$，这是

指已知 e 时 h 为真的概率，是我们想求的概率值]。这个数反映了，我们的假说引导我们对我们已经收集到的数据的期望程度。如果数据恰好是假说所预测的，那么当然 $p(e/h)$会非常高。如果数据与假说的预测差别极大，那么 $p(e/h)$就很低。

$p(h)$——假说的概率，独立于 e 描述的数据所提供的检验。如果 e 报告了新的实验数据，那么 $p(h)$仍然只是实验实施之前科学家赋予 h 的概率。

$p(e)$——描述数据的陈述为真的概率，独立于 h 的真或假。如果 e 是以前的科学理论和证据(独立于 h)没有引导我们作出期望的一个惊人结果，那么 $p(e)$将很低。

有两个简单的例子或许有助搞清楚贝叶斯定理是如何运作的：考虑已经观测到的哈雷彗星位置的数据如何提供了对牛顿定律的一种检验。已知以前的观测，假定哈雷彗星将在夜空中的特定位置被观测到的概率 $p(e)$为 0.8。这考虑到了望远镜、大气不规则性以及所有其他因素的不完善性，它们最终引导天文学家对恒星和行星拍照，对它们的位置进行平均以估计它们在夜空中的期望位置。如果 $p(e/h)$也很高，则哈雷彗星在夜空中的期望位置非常接近于理论预测它可能处于的位置。我们令 $p(e/h)=0.94$。假定，在获得关于哈雷彗星新的数据 e 之前，牛顿定律为真的概率 $p(h)$比如说为 0.81。于是，对于哈雷彗星如期所至的新数据，有 $p(h/e)=0.94\times 0.81/0.8=0.95$。因此，由 e 所描述的证据已经把牛顿定律的概率从 0.81 提高到了 0.95。*

* 译者征得原作者同意，适当调整了这段话中原来给出的数据，以免给读者造成不必要的混淆。——译者

但是，现在比如说，假定我们获得了关于水星近日点的旋进(precession)* 的新数据，这些数据显示水星围绕太阳运动椭圆轨道本身在摆动，以至于水星和太阳间的最近点持续漂移。如果情况是这样的(实际情况的确如此)，漂移量远远高于牛顿定律(以及通常一起使用的辅助假说)给出的预测值，也就等于说 $p(e/h)$很低，比如说为0.3。因为牛顿定律没有引导我们期望这些数据，e 的先验概率(prior probability)** 必然很低，所以我们令 $p(e)$很低，比如为 0.2。已知牛顿定律加辅助假说的条件下，这样的未曾期望的数据的先验概率也是相当低的，比如 $p(e/h)$是 0.1。如果牛顿定律加辅助假说成立的概率 $p(h)$为 0.95，那么，贝叶斯定理告诉我们，对于水星旋进的新的数据 e，则 $p(h/e)=0.1\times0.95/0.2=0.475$，这个数值比 0.95 有显著的降低。自然而然，回顾一下牛顿定律在发现海王星和冥王星之存在时的屡屡成功，一开始会把导致概率值减小的指责指向辅助假说。贝叶斯定理甚至可以告诉我们为什么。尽管此例中数字是假定的，但辅助假说最终被证明没问题，比期望值大许多的关于水星近日点旋进的观测数据动摇了牛顿的理论，并增加了供选择的爱因斯坦相对论的概率(贝叶斯定理将展示另外一次应用)。

哲学家和许多统计学家认为，科学家用于检验他们的假说的推理，可以重构为符合贝叶斯定理的推断过程。这些理论家被称为贝叶斯主义者。他们中的一些科学哲学家和科学史家试图证明，科学中理论的接受与拒斥的历史支持了贝叶斯定理，并因此证明，事实上理论检验的过程也完全符合贝叶斯定理。当数据很难获得，有时不

---

* 以前译作“进动”。——译者

** 也译作“验前概率”。——译者

可靠或者只与受检验的假说间接相关时，另一些哲学家和统计理论家则试图运用贝叶斯定理，实际来确定科学假说的概率。例如，他们把贝叶斯定理用于有关现存生物物种基因之多核苷酸序列差异性的数据，试图确定关于共同祖先物种彼此分离等进化事件的各种假说的概率。

贝叶斯主义(Bayesianism)关于经验检验的本性究竟提供了多少理解呢？它会调和科学之经验论认识论与用于说明可观察事物的不可观察事件和过程的承诺吗？它会解决休谟归纳难题吗？为了回答这些问题，我们必须首先理解所有这些 p 所代表的概率是什么，它们来自何处。我们需要弄明白某一命题为真的概率 $p(h)$ 是什么意思。至少有两个问题需要回答。第一，存在着一个"形而上学"问题，关于这个世界的什么事实，如果有的话，使得一个真的或者正确的假说 h 具有了某一特别的概率值 $p(h)$？第二，存在着一个认识论问题，要为我们对这一概率值的估计进行辩护。第一个问题也可以理解为关于概率陈述意义的问题，第二个问题则可以理解为它们如何辩护关于普遍理论和未来结局的归纳结论。

在科学哲学中，早在贝叶斯主义兴起之前，概率陈述的意义就已经是一个令人伤脑筋的问题。有些传统的概率解释，我们可以排除它们，认为它们对于应用贝叶斯定理是不合适的解释。此种概率解释的一个例子，是涉及轮盘赌或者黑杰克(black jack)一类公平的机会游戏。在公平的轮盘赌游戏中，球落入任一洞内的机会正好是1/37或者 1/38，因为可供球落入的洞共有 37 个(在欧洲是 38 个)。假定这是一种公平的轮盘，"球将落入第 8 号洞"这一假说的概率就是1/37或者 1/38，并且我们可以先验地知道这一点，不需要经验，因为我们验前就知道有多少种可能性，知道每一种都具有同等可能性(再次假定

轮盘是公平的，我们不能验前额外获得任何一点知识！）。现在，当考虑到可以解释有限量数据的假说时，对于可能性的数目不存在什么限制，也没有理由认为其中的每一种都具有相同的概率。于是，比如关于一个人的细胞核中的染色体数目的假说之可能性，不可能通过数一数可能性数目并除以总的可能性数目而先验地确定。

另一种概率解释涉及经验观察，如掷硬币。为了确定一枚硬币正面朝上的频率，一个人把硬币掷了许多次，并用正面朝上的次数除以抛掷的总次数。这个频率什么时候将是正面朝上概率的一种较好的估计呢？当抛掷的次数非常多时，我们为有限次掷硬币计算的频率将收敛到某一数值，并且不论我们再继续抛掷多少次，它都保持在那一数值附近。我们称这一数值，如果存在的话，为正面朝上的**长远相对频率**（long-run relative frequency）。我们视它为硬币正面朝上概率的一种测度。但是正面朝上的这种长远相对频率等同于硬币正面朝上的概率吗？听起来这是个傻问题，直到你问到长远相对频率的存在性（比如说 50%）与下一次抛掷正面朝上的机会之间的联系。注意，50% 的长远相对频率，与下述情况并不矛盾：10 次中有一次正面朝上，或者一系列抛掷中有 100 次或者 100 万次正面朝上，只要总的抛掷次数非常大，大到 100 万相对于总的抛掷次数而言是一个较小的数。如果这是正确的，那么长远相对频率与任何次数的正面朝上或者反面朝上都不矛盾，当然也与下一次抛掷反面朝上一点不矛盾。现在，假如我们想知道在下一次抛掷中硬币正面朝上的概率。如果硬币在下一次抛掷中出现正面朝上的概率是下面一次特定抛掷的一种性质，那么它与正面朝上的长远相对频率（它与接下来 234382 次抛掷完全反面朝上也一点不矛盾）这种东西不同。我们需要某种原理把长远与下一次抛掷联系起来。有关我们从长远相对频率得到下一次抛

掷正面朝上的概率的一个原理是，假定硬币在任何有限次抛掷中与它们在长期抛掷中表现一样。但是，这一原理是错误的。把长远相对频率与下一次结果的概率联系起来的一个较好的原理是这样的：如果你知道了长远相对频率，那么关于下一次抛掷正面朝上还是反面朝上你知道如何打赌，并且如果你在所有的打赌中都反对“在奇数次抛掷中正面朝上的次数更多”，那么你就会赢钱。但是要注意，这是关于作为一个赌徒你该如何做的一个结论，而不是关于事实上硬币如何表现的一个结论。我们将回来讨论这个洞见。

长远相对频率会为没有行踪记录(track record)的假说提供概率值吗？很难看到如何做到这一点。可以把一个新的假说比作一枚闪闪发光的有待抛掷的新便士。长远相对频率数据提供了某种理由，把50%的概率值赋予新便士正面朝上的机会。是否存在与新假说相关的先前假说的一种行踪记录？仅当我们把它比作类似假说的恰当类之时，我们才能把新便士比作旧便士。但是假说与便士不同。假说不同于便士之处在于它们彼此不同，不可能按照我们的设想对其作定量归类，如果我们想根据相似性对其进行分级分类的话。即使我们能够识别出过去科学史上提出的类似假说之真与假的行踪记录，我们也还有问题：(a)为从有限的实际序列到长远相对频率的推断进行辩护的问题，以及(b)为从长远相对频率到下一次结果(即新的假说)的推断进行辩护的问题。回想一下抛掷硬币的情形，唯一的联系似乎是，相对频率是我们对下一次抛掷如何打赌的最优指导。也许由于理论检验求助的概率种类是赌徒的那种，于是它得到了“主观概率”的雅号。之所以称“主观”，是因为它反映了关于赌徒的事实，以及赌徒关于过去和未来所相信的东西。之所以称“概率”，是因为赌徒所设的赌博应当服从概率公理。

在科学检验中，有人认为相关的概率是主观概率，即赌徒的赌注，这一认识恰好是贝叶斯主义者的独特之处。贝叶斯主义者是这样的人，他认为我们计算 $p(h/e)$ 时需要的三个概率中至少有两个只不过是打赌时的赔率，并且在某些弱约束下，它们可以取任何值。你和我也许会这样想，最好的打赌方案是那些反映了有关实际频率的我们先前之经验或我们对长远相对频率之估计的方案，但是这并不是贝叶斯主义的一部分。贝叶斯主义者认为，长远看来，它们从什么值开始无关紧要，贝叶斯定理将引导科学家不屈不挠地通向受到证据最好支持的（可用的）假说。这些惊人的主张需要说明和辩护。

计算 $p(e/h)$ 的值，相当于给 h 为真情况下 e 成立的概率赋一个数值。通常容易做到这一点。如果 h 告诉我们期望 e，或者接近 e 的数据，那么 $p(e/h)$ 的值将很高。问题是，使用贝叶斯定理还要求我们计算输入值，即所谓的“先验概率” $p(h)$ 和 $p(e)$。$p(h)$ 特别成问题：毕竟，如果 h 是一个以前没人设想过的新理论，那么对于它为真的概率问题为什么应当有一个特定的正确答案呢？并且，为概率 $p(e)$——“我们的数据描述正确”的概率——赋值，可能牵涉非常多的辅助假设，以至于即使存在一个正确的数字，也很难看到我们如何计算出来它是多少。贝叶斯主义者声称，这都不是什么问题。$p(h)$ 和 $p(e)$［以及 $p(e/h)$］的值，都只不过是信念度（degrees of belief），而信念度只不过是科学家关于他们的信念是否正确打赌时愿意接受或者拒绝的赔率而已。一个人接受的赔率越高，表明他对信念的坚信程度越强。在此，贝叶斯主义者从建立了不确定条件下的理性选择理论的经济学家及其他人那里学了一招。测量信念度的办法是，与信念持有者就他或她的信念的真理性进行打赌。其他条件都相同，如

果你是理性的，并且你愿意就“h 为真”以 4 : 1 的赔率打一赌，* 那么你对“h 为真”的信念度是 0.8。如果你愿意以 5 : 1 的赔率设赌，那么你的信念度为 0.833。概率等同于信念度。对于测量你的信念强度的这种方法，必须等同的其他事情有两点：(a)你有足够的钱，能够承受得起失利的风险，因为风险可能淹没了你展望取胜的决心。(b)你为你的信念所赋予的信念度服从逻辑规则和上述的概率三定律。贝叶斯主义者说，只要你的信念度，即你的概率赋值满足这两个假定，你给它们指派的初始值或者“先验概率”可以是完全任意的，事实上可以任意取值，实际上都不影响结局。用贝叶斯主义者的行话讲，随着越来越多数据的到来，先验的概率将被“遗忘”，即当我们把贝叶斯定理运用于“更新”的先验概率，即把新的 $p(e)$ 值代入 $p(e/h)$ 和 $p(h/e)$ 的计算公式中得到最新值时，$p(h/e)$ 的后继值将收敛到正确值上去，不管一开始我们为这三个变量选择什么样的初始值！先验概率无非是应用贝叶斯定理之前个体科学家纯粹主观的信念度。对于回答“概率报告了关于世界的什么事实”这一形而上学问题，先验概率没有报告关于世界的事实，或者至少没有报告独立于我们信念的关于世界的事实。对于回答“是什么东西为我们的概率估计辩护”的认识论问题，考虑到先验概率，除了我们作出的估计服从概率公理外，不需要也不可能有更多的辩护。

对于先验概率 $p(h)$ 和 $p(e)$ 是什么，不可能有正确或者错误的回答，只要这些概率的取值服从打赌的概率规则并保持逻辑一致就行。逻辑一致性意味着，自愿赴赌各守其诺，即自己设定信念度，在此情况下赌场不能通过利用你而违规赚钱，即赌场不能设套使你在任何情

---

* 4 : 1 的赔率指，输了赔 4，赢了得 1。——译者

况下都输钱。更重要的是，概率论的另一定理表明，当新的证据不断到来时，如果我们坚持不懈地应用贝叶斯定理于我们"更新"的先验概率，那么所有科学家指派的 $p(h)$值将收敛于一个单一的数值，不管每一位科学家开始时是如何指定其先验概率的。于是，先验概率不但可以是任意的，而且它与最终结果无关！一些科学家可以考虑假设的简单性或经济性，或者考虑与已经得证的假说的相似性，或者考虑表达假说之方程的对称性，从而指定先验概率。其他一些科学家可以基于迷信、美学偏好、数字崇拜或者通过抽签等别的东西而指定先验概率。这都无所谓，只要他们都通过贝叶斯定理考虑新的证据，不断作出调整。

科学家为其指定先验概率的方法实际上提供了很好的理由，但这并没有过多地反驳这种对科学检验的解释。首先，贝叶斯主义并没有指责这些理由，充其量它只是对此保持沉默而已。但是，如果诸如假说的简单性或者其形式的对称性这样的特征事实上的确增加了它的先验概率，那么这是因为，具有这样特征的假说通过贝叶斯定理，将比其他与之竞争的但缺少此特征的假说获得更高的后验概率（posterior probability）。更重要的是，科学家虽然可能喜欢考虑假说的经济性、简单性、对称性、不变性或者其他形式特征，认为这些特征增加了假说的客观概率（objective probability），但是用以支持科学家这种推理的尝试，也会碰到这样的问题：对于科学检验说得通的唯一类型的概率，似乎还是贝叶斯主观概率。

进而，如此说来，一些贝叶斯主义者认为，概率甚至可以处理有关确证的某些传统问题。回想一下前面讨论的黑靴子/白天鹅正面例证的困惑，在那里一只黑靴子竟然是"所有天鹅都是白色的"的一个正面证据。但那不是基于贝叶斯主义。毕竟，在所有天鹅都

是白色的条件下一只靴子为黑色的先验条件概率(a_1)，要小于同样条件下我们看到的下一只天鹅将是白色的先验概率(a_2)，后者的概率(a_2)值会很高。如果看到一只白天鹅与看到一只黑靴子的先验概率相同($c_1=c_2$)，当我们把这两种先验概率(指 a_1 和 a_2)都代入贝叶斯定理时，就会发现有关天鹅的条件概率(a_2)更能提高“所有天鹅都是白色的”的概率。*

贝叶斯主义面临的一个主要问题或许是“旧证据的问题”，这也是其他有关证据如何确证理论的解释所面临的问题。在科学中，对于一个理论而言，早在假说被表述之前，它就被已知数据强有力地确证了，这没什么不寻常的。确实，我们在第六章将看到，这是科学革命发生时的一种重要景象：牛顿理论因为它能够说明伽利略理论和开普勒理论所依据的数据，而被强有力地确证了。爱因斯坦的狭义相对论说明了先前就认识到但完全不曾期望过的数据，如光速不变性和水星近日点的旋进。在这两种情况下 $p(e)=1$，则 $p(e/h)$很高。把这些值代入贝叶斯定理，有

$$p(h/e)=1\times p(h)/1=p(h)$$

换句话说，根据贝叶斯定理，旧证据并没有提高假说——在这个例子中为牛顿定律或狭义相对论——的后验概率。贝叶斯主义者曾不辞辛苦详细讨论过这个问题。一种策略是承认这一点，并顺势论证旧证据事实上没有确证新假说。有些假说试图只着眼于现成的证

* 这段中的符号为译者所加，讲的是，对于公式 $p=ab/c$，如果 a_2 大于 a_1，假定 b_1 等于 b_2(相当于假说的概率)，c_1 等于 c_2，则 p_2 大于 p_1。——译者

据，这一进路用寻常的理由对这样的假说作了有力的批判。通过有意识的“曲线拟合”来建构假说的科学家遭到恰当的批评，他们的假说通常不具备说明能力，因为它们是特设的(ad hoc)。这种说明进路的困惑在于，它似乎没有解决原来的有关旧证据的贝叶斯问题，它涉及了另外一个问题：如何区分两种情况，一种情况下旧的证据确证了牛顿理论和爱因斯坦理论，另一种情况下旧证据没有确证假说，因为它只是迁就旧的证据。对于旧证据问题的另一种可能的进路在于，用某种规则补充贝叶斯定理，此规则赋予 $p(e)$ 不同于 1 的数值。例如，人们可以设法赋予 $p(e)$ 一个数值，此数值是 e 在过去被实际观察之前它可能具有的一个数值；或者通过删除 e 及其由 e 产生了可能性的东西，人们可以设法重新设置其当下的科学信念；然后再返回来，给 $p(e)$ 赋一个新值，假定它将比 1 低。这一策略显然极其困难，人们很难实际采纳。任何科学家都会自觉地认为，这样做(主观上)不大可能。

反对贝叶斯主义的许多哲学家和科学家这样做，并非因为这一纲领所面临的困难，他们并不直接反对把它发展为对科学检验的实际特征的一种解说。他们的问题是，这一进路有对主观主义(subjectivism)的默许。贝叶斯主义者认为，不管科学家主观上赋予假说以什么样的先验概率，他们的主观概率将收敛于单一的数值，这一主张不足以说服反对方。对于最初的起动者，$p(h)$ 的值不可能收敛，除非我们从穷尽了一切可能假说的完备集合开始。在科学中似乎从来没有这样的事情。进而，反对者论证说，没有理由表明通过贝叶斯条件化(Bayesian conditionalization)所有科学家的信念将收敛到的数值，就恰好是 $p(h)$ 的恰当值。这一反驳当然假定存在着这样一个恰当的概率，即客观上正确的概率，而这等于求助于贝叶斯主义者所反对的

东西了。不过，这确实表明，贝叶斯主义并非如少数哲学家所盼望的是对休谟归纳问题的一种解答。

并且同样“美好的”评语也适用于概率的其他解释。如果事件的序列展示了收敛于某一概率值并永远保持在其附近的长远相对频率，那么我们至少可以凭借它们来进行打赌。但是，说长远相对频率将收敛于某一数值，就相当于宣称自然是均一的，未来将与过去一样，于是又绕回到了休谟问题。同理，假定概率倾向(probabilistic propensities)均匀地穿过时空，也要牵涉休谟的论证。一般说来，仅当归纳有效时概率才是有用的，而不是相反。还需要指出，只有一小部分哲学家试图借助于概率来明确地解决休谟问题。

贝叶斯主义还面临一个更严重的问题。这是我们在讨论如何调和经验论与理论科学中的说明时再次碰到的同样的问题。因为经验论的信条是，知识由观察来辩护，一般说来，它必须给描述观察的陈述赋予最高的概率，而把较低的概率赋予那些对理论构体作出主张的陈述。因为理论说明观察，所以我们可以把理论和观察之间的关系表述为(t 和 $t \rightarrow h$)，其中 t 指理论，$t \rightarrow h$ 反映了理论 t 的理论主张与观察概括 h 之间的说明关系，h 描述了理论引导我们期望的数据。t 与 h 之间的关系可以是逻辑演绎的，或者它可能是更复杂的关系。但是，$p(h)$必须永远不低于 $p(t$ 和 $t \rightarrow h)$，这正是因为后者的前件是一个关于不可观察事物的陈述，它唯一的观察结果是 h。对证据的贝叶斯条件化永远不会把我们引向宁愿选择(t 和 $t \rightarrow h$)，而不选择 h。但是这等于说，贝叶斯主义根本不可能解释为什么科学家离不开理论，不能解释科学家为什么不会仅仅把较高的主观概率赋予从它们中得出的观察概括就完事了。当然，如果一个理论的说明权能(power)是赋予其较高先验概率的理由的话，那么科学家对理论的依恋从贝叶

斯的观点看就是合理的。但是，赋予说明权能在加强信念度中的此种角色，就要求对说明作出一种解释。并且不只是某种解释。例如，仅有D-N模型还应付不了，因为对说明的这种解释的主要优点是，它表明被说明的现象至少可以以较高的概率被期望。换言之，这种解释是通过加强概率而为说明权能提供基础，并且在我们的理论中它不能替代概率而成为信念之源。种种迹象似乎诱使我们去论证，我们的理论之所以具有说明权能，很大程度上是因为它们在上下两方面都超越了观察，深入到了它们的背后机制，而这是贝叶斯主义者做不到的事情。

5.4 亚决定性

关于不可观察之事物、状态、事件或者过程等主张的检验，显然是件复杂的事情。事实上，人们对观察如何确证假说，以及事物有多复杂，考虑得越多，就越发感受到观察对于理论的一种不可避免的、令人相当不安的"亚决定性"(underdetermination)*。

如我们反复指出的，现代科学的"正统认识论"是经验论。经验论的原则告诉我们，知识是通过经验——观察、数据收集、实验——来辩护的。科学的客观性被认为依赖于经验在选择假说时所担当的角色。但是如果最简单的假说只有通过与其他假说组合起来才能与经验面对面，那么一个负面的检验结果可能意味着其中某一个或多个伴随假设出了错；一个正面的检验结果可能反映了检验所涉及

* 熟悉分析哲学和科学哲学的人都知道，underdetermination 是一个重要而常用的术语，指的是"经验、观察或数据不可能唯一地、充分地决定我们应当选择哪一个理论"。但因为这个词源于经验论或自然主义(naturalism)，它同时又表明观察对于理论确实具有一定程度的决定关系。为了称谓方便，并且尽可能不引起混淆，本书试译作"亚决定性"。有人译作"不完全决定(性)"。——译者

的两个或者多个假说之间补偿性的错误，即错误之间互相抵消了。进而，如果在任何一个科学检验中总是要求有两个或者多个假说，那么一个检验-预测被证伪时总是存在两种或者多种“校正”受检验假说的办法。当受检验假说不是一个像“所有天鹅都是白色的”这样单一的陈述，而是诸如气体动理论那样高度理论化的一个体系时，理论家在考虑一个证伪性检验时就有余地对理论的诸多变化作出一种或者多种尝试，其中任何一种尝试都可以对理论与数据作出调和。但是大量可能的变化引入了迥异于我们科学图景的一定程度的任意性。我们先考虑一个假说，它构成了一个理论，而理论描述了不可观察构体的行为及其性质。这样一个假说可以与证伪性经验调和，办法是对假说作些调整，而这些调整除非再次通过同样的过程，否则自身不可能得到检验，这样一来，一旦遇到证伪又可以进一步作出大量的改动。因此事情变成这样，不可能确立一种改动的正确性，甚至不能确立一种改动比另一种改动更具合理性。两个科学家从同样的理论出发，都把理论付诸同一个初始否证性检验(initial disconfirming test)，并且根据同一组进一步的检验反复“改进”他们的理论，那么他们几乎必定会得到完全不同的理论，但这些理论都同样与他们的检验所生成的数据相兼容。

现在，让我们想象当关于任何主题的所有数据都齐备时的“探究的终结”(end of inquiry)。还会存在两个独特的、同样简明、优美以及其他方面都令人满意的理论，它们与所有数据都同等兼容，但理论之间彼此不兼容吗？假定经验一端可以有所松动，即使当所有的证据似乎都收集齐了，那么回答似乎是，不能排除这样一种可能性。因为它们是独特的理论，所以我们的两个全体“世界体系”必定不相容，因此不可能都是真的。我们不可能对一个东西是否正确而坚持

不可知论的见解，也不可能认为它们全都是正确的。于是，情况似乎是，观察并不能在这些理论间作出判决。

总之，理论是由观察亚决定的(theory is underdetermined by observation)。可是，科学并没有展示这种亚决定性可能给我们带来的那些理论扩散以及那种不可能解决的理论争论。但是，当我们更多地考虑为什么这种亚决定性没有展示出来的原因时，科学理论由客观的方法得到辩护的观念就越变得成问题了，这种客观方法使得经验成为知识认证过程中可以上诉的最高法庭。除了观察和实验的检验之外，还有什么别的东西可以解释对于多数自然科学具有根本特征的理论共识(theoretical consensus)呢？当然，理论家们之间有不同的意见，有时存在非常大的分歧，可是过了一段时间这些争议几乎普遍满意地得到解决。如果按照刚才表述的亚决定性的可能性，这种理论共识通过“正统”方法不可能取得，那么它又是如何取得的呢？

不错，除了观察的检验外，理论也受到其他判据的检验，包括简单性、经济性、与其他已被接受理论的相容性。但是这些判据本身还要诉诸观察，尽管可能不太直接。一个理论与其他已经充分确立之理论的相容性，确证了该理论，这只是因为观察已经建立了那些经判断后与之相容的理论。理论的简单性和经济性本身是我们已经观察到的自然所反映出来的、其他充分确立理论所拥有的性质，并且一旦它们与我们的观察和实验相冲突，我们就会准备放弃它们。科学哲学家拒绝接受的共识的另类源泉是，理论进展在认识上是由非实验的、非观察的考虑所引导的那种观念，比如先验的哲学承诺、宗教教义、政治意识形态、美学情趣、心理倾向、社会力量或者智识时尚等。我们知道的这样一些因素将会促成某种共识，但不一定是反映不断逼近真理或者客观知识的那种共识。确实，这些非认识的、非

科学的力量和因素可能有损于理智(understanding)，可能引导人们远离真理和知识。

问题依旧，经验论与关于科学理论化之不可或缺性的相当程度的共识耦合在一起，对这种经验论的一种平稳的承诺强烈地暗示，理论与观察之间有着相当程度松散联结的可能性。但是，现实中又显然缺乏亚决定性所声张的那种程度的任意性，这一点需要说明。如果我们试图保留科学作为杰出知识的地位，那么这种说明最好也是我们可以孤注一掷地用来对科学之客观性进行辩护的那种说明。下一章将表明，这样一种结局的前景疑云密布。

小结

经验论是一种设法突显观察在科学知识之认证中的地位的认识论。如果不算以前的，自 18 世纪以来，特别是像霍布斯(Hobbes)、洛克、贝克莱和休谟等英国哲学家已经发现科学之成功对其哲学的鼓舞，并寻找哲学论证来为科学之主张奠定基础。这样做的过程中，这些哲学家及其门徒为科学哲学设定了议程，并揭示出理论与证据之间表面上简单的、直接的关系实际上有多么复杂。

在 20 世纪，英国经验论者的后继者——逻辑实证论者或者(如某些人喜欢的叫法)“逻辑经验论者”，试图把其前辈的经验论的认识论与逻辑学、概率论和统计推断的进展结合起来，以完成洛克、贝克莱和休谟开创的计划。他们发现，17 世纪和 18 世纪经验论所揭示的一些问题，当用已更新的逻辑的和方法论的术语阐述后，似乎更加难以解决。这一部分科学哲学被人们称作“确证理论”(confirmation theory)，极大地增强了我们对于确证之“逻辑”的理解，但是休谟归纳问题依然没有解决，还有进一步的问题：证据何时对一个假说提供

了一种正面例证，还有“新归纳之谜”——古德曼的“格路”和“伯力”难题，这些都没有解决。

实证论者和其后继者使得概率论的基础成为他们之科学检验观念的核心。显然，许多形式化的假说检验采用了概率论。反映这种实践的20世纪后期一场吸引人的解释，被称作贝叶斯主义。这种观点认为，从证据到理论的科学推理是按照与关于条件概率的贝叶斯定理相一致的方式进行的，贝叶斯定理对使用的概率作出了独特的解释。

贝叶斯主义者认为，科学家的概率是对一项主张的主观信念度或者接受度，即打赌的赔率。而其他解释则认为概率是长远相对频率，或者在所有逻辑可能性中实际可能的分布。贝叶斯主义与此不同，贝叶斯主义对概率的这种坦率的心理学解释，据说与科学实践和科学史的事实符合得很好。

有人对它所容忍的概率赋值的主观性和任意性本质提出抱怨，贝叶斯主义者的反应是，他们论证到，无论初始概率估计从什么值开始，对所有可能的其他假说运用贝叶斯定理，长远看来，结果必然收敛到最合理的概率值，如果存在这样的值的话。贝叶斯主义的反对者却要求，要证明这种“最合理”值的存在性，并且证明所有的他择性假说都被考察过了。可是，满足这些要求，就相当于解决休谟的归纳问题。最终，贝叶斯主义对于曾吸引我们注意的假说检验问题没有给出清晰的回答，对于假说检验，在科学对理论的需要与理论对观察的依赖之间，存在着显然的张力。

这种张力在亚决定性问题中表现得最为突出。在理论的任何检验中，已知辅助假说的角色，可以得出，单一的科学主张本身不可能邂逅经验。它只能与其他假说结伴或者也许是与数量颇多的假说结伴，才能导出某种可观察的预测，及至由经验加以核验。但是，这

意味着，一个否证检验——其中期望未得到满足——并不能把证伪的指针对准这些假说中具体的哪一个，并且不止一种的调节可能相当于在整个假说套件与观察之间作出调和。随着一个理论之规模的增长，它会涵盖越来越多样的现象，面对不顺从的数据增加，为了保持或者改进理论，可能的他择性调节就会增加。对于“实际上永远不可能达到的”“探究的终结”，当所有的数据都齐备之时，有可能存在两个独特的关于世界的整体理论，它们得到同等支持，具有相同的理论选择之简明性、经济性、对称性、精致性、数学表达或其他迫切需要的东西吗？对这一问题给出正面回答，可能为工具主义的理论解释提供强有力的支持。因为外表上不存在供探究的关于事物的事实可用于在这两种理论之间作出选择。

可是，奇怪的事情是，亚决定性仅仅只是一种可能性。从实际的观点看，它几乎从来不会发生。这意味着有两种可能性。第一种选项是多数科学哲学家都接受的，认为观察确实制约着理论选择(不然的话，理论和模型之间将会有比现在更多的竞争)；情况只表明我们现在尚未完全把它构造出来。第二种选项更激进些，为新的一代科学史家、科学社会学家和一些哲学家所赞赏，他们既拒斥逻辑经验论的具体教导，也拒斥它为科学之客观性辩护的企图。对于这一种思路，观察亚决定着理论，但理论由其他一些非认识的事实所选定，如成见、信仰、偏见、成名的欲望，或者至少是安全性和权术。这种激进的观点认为，科学是一种过程，一种与其他社会过程类似的东西，而不是客观进步的事物。这将是下两章的主题。

习题

1　批判性地讨论：“许多科学家不求助于任何认识论也能成功

地从事科学研究。认为科学有一种'正统的认识论'，而经验论就是这种东西，这种观念刚愎自用。"

2 为什么称洛克为现代科学实在论之父、称贝克莱为工具主义的创始人是正确的？如果把实在论当作通向科学之成功的最优说明的一种推断，那么贝克莱会对这种论证作出怎样的反应？

3 我们已经采用绿和蓝的概念定义了"格路"和"伯力"。请用格路和伯力作起始，构造关于绿和蓝的定义。关于绿和蓝的可投射性(projectability)，上述构造证明了什么？

4 举几个例子，最好是来自科学的例子，其中要用到三种概率概念：主观的、相对频率的和概然倾向。提示：考虑天气报告。

5 通过论证反驳这样的主张：两个得到同样良好地确证的总体理论，外表看起来不相容，其实它们只不过彼此是伪装的术语上的变种。

延伸阅读

在现代的早期，科学与哲学的关系，特别是科学在经验论与唯理论之争论中的角色，已由伯特(E. A. Burtt)的《近代物理科学的形而上学基础》(The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science)很好地处理过。洛克的《人类理智论》(Essay on Human Understanding)是一长篇著作；贝克莱的《人类知识原理》(Principles of Human Knowledge)则是一部简短有力的著作。贝克莱建立了一种明晰的工具主义的科学观念，与洛克的实在论形成对照。贝克莱为唯心主义——"存在就是被感知"的论题——提出论证：我们唯一能够知觉的东西是观念，因而只有观念存在。关于这一工作，休谟在《人类理解研究》(Inquiry Concerning Human Understanding)中写道："它不容反驳，但不值得相

信。”在其著作中的第二章休谟发展了因果理论，他提出了经典经验论者和逻辑经验论者共有的语言理论，以及归纳问题。

穆勒(J. S. Mill)在《逻辑体系》(A System of Logic)中把经验论传统推进到19世纪的水平，他为实验科学提出一套准则，至今还冠有他的大名的“穆勒归纳法”被广泛采用。物理学家马赫(Ernst Mach)在《感觉的分析》(The Analysis of Sensation)中拥护贝克莱，攻击理论没有经验基础，反对玻尔兹曼(Ludwig Boltzmann)的原子理论。这一著作对爱因斯坦影响很大。在20世纪上半叶中，逻辑经验论者发展了一系列重要的确证理论，卡尔纳普(R. Carnap)有《归纳方法的连续统》(The Continuum of Inductive Methods)，赖辛巴哈(H. Reichenbach)有《经验与预测》(Experience and Prediction)。他们的年轻同事和弟子为这些理论及其问题全力拼搏。亨普尔关于确证理论的论文集《科学说明的诸方面》(Aspects of Scientific Explanation)特别重要，同样重要的还有古德曼(N. Goodman)的《事实、虚构和预测》(Fact, Fiction and Forecast)，正是在这里他提出了新归纳之谜，古德曼在该书中还对反事实条件句作了开拓性的研究。

萨蒙(W. Salmon)的《科学推断的基础》(The Foundations of Scientific Inference)是关于确证理论历史的一部有用的导论，书中讨论了从休谟到实证论者及其后继者的历史。斯托弗(D. C. Stove)的《休谟、概率和归纳》(Hume, Probability and Induction)试图通过概率解决归纳问题。

波普尔最早对逻辑经验论的检验理论提出了反驳，他的《科学发现的逻辑》(Logic of Scientific Discovery)1935年首先以德文出版。卡尔纳普论证说，证伪的方法可视为通向科学客观性的关键。蒯因(W. V. O. Quine)在《从逻辑的观点看》(From a Logical Point of View)

与《语词和对象》(Word and Object)* 中的论证追随了更早期的迪昂(P. Duhem)在《物理学理论的目的和结构》(The Aim and Structure of Physical Theory)** 中的观点。迪昂在这部书中指出，辅助假说的角色使得严格的证伪是不可能的，这就限制了波普尔观点的影响力。

萨维奇(L. Savage)的《统计学基础》(Foundations of Statistics)与杰弗里(R. Jeffrey)的《决策的逻辑》(The Logic of Decision)对贝叶斯主义作了严格表述。哲学上精致的表述，可见霍里奇(P. Horwich)的《概率与证据》(Probability and Evidence)。

旧证据问题以及其他一些问题，已经导致人们对贝叶斯主义提出异议，可见格利莫(C. Glymour)的《理论和证据》(Theory and Evidence)。

阿钦斯坦(Peter Archinstein)的《证据的概念》(The Concepts of Evidence)所汇集的论文，反映了从证据到理论之推断的复杂性。

亚决定性的可能性，首先由蒯因在《语词和对象》中提出。在随后的半个世纪中，它是持续得到批判性考察的主题。这种批评的一个重要例子，可参见勒普林(J. Leplin)和劳丹(L. Laudan)的“经验等价性和亚决定性”(Empirical Equivalence and Underdetermination)；霍弗(C. Hoefer)和罗森堡的“经验等价性、亚决定性与世界体系”(Empirical Equivalence, Underdetermination and Systems of the World)则就他们对亚决定性的否定作出了回应。

---

* 中译本：蒯因著，陈启伟等译，《语词和对象》，中国人民大学出版社，2005年。——译者

** 中译本：迪昂著，李醒民译，《物理学理论的目的和结构》，华夏出版社，1999年。迪昂著，孙小礼、李慎译，《物理理论的目的和结构》；商务印书馆，2005年。——译者

第六章　历史与后实证主义的挑战

概要

如果观察证据亚决定着理论，那么我们至少需要说明，是什么决定了科学史上明显的理论演替。更重要的是，出于哲学的考虑，如果主张对于未得到观察支持的理论，人们采纳它们在认识上是理性的、合理的，那么对这样的主张我们需要一种辩护。显然，经验论本身不可能做到这一点，因为它的辩护资源局限于观察。

一位重要的科学史家库恩(Thomas S. Kuhn)，对于这些说明理论选择(theory-choice)的非观察因素，率先从科学史角度做了研究，考察了这些因素如何对理论选择作出辩护。他的著作《科学革命的结构》(The Structure of Scientific Revolutions)试图探索科学变化的特征——理论是如何演替的，为的是考察是什么为一个理论取代另一个理论提供了说明和辩护。逻辑经验论者认为，通过还原，理论得到演替，早先理论中正确的部分得以保留，所以他们把科学史描述为一种进步过程。库恩的研究挑战了这种观念。

库恩引入历史学的同时也引入了心理学、社会学的考察，重塑了科学哲学的景观，并使它严肃地考虑这样的思想：科学并不是一种在毫不含糊的可观察检验引导下的与利益无关的对真理的追求，不是一种沿着愈加接近真理之方向的渐次累积。

库恩骇人听闻的结论暗示，科学是宛如绘画和音乐一样的创造性活动，不应当把它视为比其他人类活动更加客观上进步的、正确的东西，不应当把它视为对关于世界的某种真理的逼近。科学史是变化之历史，不是进步之历史。在某种意义上，库恩依然捍卫这样的观点：今天我们并不比亚里士多德时代更接近于关于事物本性的真理。这些惊人的结论，代表了对当代科学哲学的一场巨大的挑战。

一位同样有重要影响的哲学家蒯因(W. V. O. Quine)，在其著作中从哲学上支持了库恩等人的上述观点。可以这样讲，蒯因"从内部"攻击了逻辑经验论。作为逻辑经验论者的一位学生，蒯因率先认识到他们科学哲学背后的认识论，并不能满足其自身对客观知识的要求，并且建基于一系列不可能得到支持的划分。通过质疑可以上溯到洛克、贝克莱和休谟的哲学传统的基础，蒯因使得科学哲学家不可能忽略库恩和那些社会学家、心理学家和历史学家的有争议的主张，这些学者准备用库恩的洞见揭露科学作为"圣牛"(sacred cow)的地位。

6.1 历史之地位如何？

在上一章，关于科学知识，我们追溯了其哲学的传统分析是如何发展的，其中科学知识作为结果，尝试说明我们的观察，它本身受我们的观察的"控制"。作为占统治地位的科学之"意识形态"(ideology)，经验论向我们保证，使科学说明具有可信性、保证科学能够自

我纠错以及不断增加预测能力的，是观察、实验和检验在科学理论认证中所担当的角色。

但是，我们也已经看到，实际上使得这种角色真正发挥作用的不是某种科学哲学的东西所能做到的。关于理论构体存在性的知识，科学哲学不但不能提供一种没有争议的经验论辩护，它甚至还无法保证命名这些构体的术语是有意义的。更糟糕的是，一组数据与该数据可能检验的假说之间最简明的证据关系，似乎同样难以用科学和科学哲学要求的那种精度表述出来。人们可能认为，这并不是科学家的问题，而只是科学哲学家的问题。毕竟，我们知道理论术语是必不可少的，因为理论构体存在，我们需要在说明和预测中援引它们。并且我们知道，科学假说经受得住经验检验的能力正是使它们成为知识的东西。把这些事实表述出来可能是一项有趣的哲学练习，但是它不必束缚一线在岗科学家的手脚。

这将是一种对此事物的浅薄看法。首先，它采取了双重标准。在用科学理解世界时，我们曾对科学提出了很具体很精确的要求，此时我们试图理解科学，却没有用同样的标准来作要求。科学经验论指示我们用经验检验我们的思想观念；如果这些思想是含糊的、不精确的，我们就不能做到这一点。同样，我们关于科学本性的思想也不应当含糊不清。第二，如果我们不能就理论构体的存在性和科学检验的本性这些显而易见的、直截了当的事情提供一种精确的、详尽的说明，那么这就是一个病症，表明我们对科学的理解某种程度上是严重错误的。考虑到那些欠发达的学科指望从科学哲学中求得指导，如果搞不清楚如何做才是科学的，那么这件事就显得特别重要了。

对科学哲学关于理论及其检验这些基本问题之回答的不满，当然

会引导科学哲学家开始重新思考体现于逻辑经验论科学理论中的最根本性的前提。这种重新考察始于这样一个不争的主张：科学哲学应当提供一幅关于科学本性的图景，它应当反映我们关于科学的历史和科学的实际特征所知道的东西。这一主张听起来没有争议，但当回想起传统科学哲学是多么依赖于从形式逻辑加上少量来自物理学的案例这种考察方式时，我们也许就会改变看法。

在早期，从科学史的视角对科学的本性做出最有影响的重新考察的文献，当推库恩的《科学革命的结构》。这部薄薄的著作试图让科学哲学直接面对科学史的若干重大情节(episodes)。但是它以完全动摇哲学的信心——哲学可以理解关于科学的事物——而结束。它成了20世纪下半叶考察科学的研究中被引用最多的工作。这是如何发生的呢？

库恩在对牛顿以前科学史的研究中得到启示，我们现在视为前科学或不科学的神话的关于世界的主张，曾为有学识的人所信奉过，他们的目的是理解这个世界，这与我们接受当代物理学理论出于差不多相同的原因。如果正是这些原因支撑了一个信念，使它成为科学的，那么这些神话也是科学。或者换种说法，我们最新的科学信念也是一些神话，与它们所取代的前科学的和不科学的东西类似。库恩认为，第一种选择可能更好一点。采纳这样一种视角，遥远过去的科学史就成为一种重要的数据资源，可用它们来揭示使科学成为客观知识的方法。按第二种看问题的线路，当代科学也只不过是系列神话“世界观”的最新后继者，不比其前驱更“客观上真”(objectively true)，这样的观点对于多数科学哲学家(如果不总是对库恩)来说似乎太反常了。麻烦在于，库恩对科学本性的解说在科学哲学之外被认为已经支持了这第二种选择，在程度上至少与第一种选择一样。

库恩讨论的表面话题是科学的变化，在科学革命期间最广泛的理论如何取代另外一组理论。其中最重要的有，从亚里士多德物理学到牛顿力学的转变(shift)，从燃素化学到拉瓦锡的还原氧化学说的转变，从非进化的生物学到达尔文主义的转变，以及从牛顿力学到相对论和量子力学的转变。科学中革命性变化的时期之间则交替着库恩所称的**“常规科学”**(normal science)时期，在常规科学时期科学家所面对的方向、方法、工具和问题都由已确立的理论固定好了。但是库恩考虑到，术语“理论”并没有恰当地描述“常规科学”纲领的智识内核(intellectual core)。于是他杜撰了术语**“范式”**(paradigm)，这个词现已被广泛采用。范式不仅仅是教科书章节中浓缩的方程、定律和命题。牛顿力学的范式不只是牛顿的运动定律，它还包括作为确定性钟表的宇宙模型或者图景，其中事物的根本性质是其位置和动量，当牛顿科学完成时从中最终可以导出它们的其他所有行为。牛顿范式还包括仪器和实验室设备的标准配置，根据牛顿定律可以说明、预测和认证其行为，与之相伴还包括一定的解题策略。牛顿范式包括一种方法论，一种科学哲学，甚至一种完整的形而上学。在其晚期作品中库恩更多地关注范式的**范例**(exemplar)——仪器、实践、负载(impedimenta)——的作用，超过了对其内容之文字表述的关注。范例比任何东西都更好地定义了范式。

范式驱动常规科学，并且常规科学在关键方面不同于经验论科学哲学家对它所作出的解释。常规科学不是被动地受数据、观察和实验的引导，而是支配着科学进步的方向，决定了什么算作一种提供了我们应当视为数据相关的实验，以及观察何时需要被校正以成为数据。在常规科学期间，科研集中于把知识的前沿向回推，利用范式说明和预测数据。它不能说明的东西外在于它原定的范围，在其范

围内不能预测的东西则或者是单纯的老一套实验误差，或者是对范式之法则笨拙的误用，是采用它的科学家还没有完全领会范式造成的。

在常规科学的庇护下，三类经验研究会繁荣起来：涉及重新确定原先建立的观察主张，使之具有更高的精度，认证当前范式的主张，反对早先的范式；建立一些事实，它们本身没有太大的意义和重要性，但能够证明范式；做一些实验，解决范式引起我们关注的那些问题。如果没有实现这三个目的中的任何一个，也只能责备当事的科学家，而不是所采用的范式。这些类型的研究，没有一种可以根据经验检验理论的经验论模型得到理解。

常规科学相信理论更甚于相信数据（并且因此而动摇经验论），这种科学成功的一个极好的例子是有关牛顿力学和行星海王星及冥王星的。1700 年代牛顿力学的最伟大成功是预测了哈雷（Halley）彗星的回归和再次出现，办法是由天文学家计算它的轨道。在 19 世纪，望远镜的明显改进使得天文学家能够收集天王星轨道的数据并发现它们偏离牛顿理论的预测值。如我们在第五章所见，这一外表上证伪性的观察使得牛顿定律“套件”不可信，其中包括与之相伴的大量辅助假说，比如望远镜如何运作及用它们从观察中导出数据需要做什么样的校正，还有关于已知行星——其引力作用于天王星——的数目和质量的假设。事实上，牛顿范式在物理学常规科学的中心地位，并没有如第五章所暗示的处于亚决定状态。主流范式决定，天王星的数据可以被视为一个“谜题”（puzzle），即一个问题，其“正确”答案有待运用这种范式的物理学家和天文学家的创造性研究去发现。一个物理学家没有解决这个问题，只能使人们怀疑这个物理学家，而不会怀疑物理学！不可能存在理论错了的问题，必然是设备、天文学家、或者关于行星的数目和质量的假设出错了。事实上，当时的情况正

是如此。接受牛顿范式讲述的引力，相信牛顿范式认证的设备的可靠性，剩下只有推测另外存在一个或者多个未探测到的行星(因为太小或者太远，或者又小又远)了，其牛顿引力将导致天王星以新数据所示意的方式运动。调整望远镜的方向，使之对准这些力可能作用的方向，天文学家最终发现了海王星，后来又发现了冥王星，于是按照牛顿的范式解决了这个谜题。经验论者可能把这一结局当作对牛顿理论的一项重要经验确证，而库恩的追随者却坚持认为，范式从来不曾被怀疑，并且在解此谜的过程中范式不需要额外的经验支持，后者也不保证范式。

常规科学以教科书为标志，教科书虽有许多不同的作者，却传播了几乎同样的材料，具有相同的示例、实验和类似的实验室手册。常规科学的教科书在每章的后面通常包含同样类型的习题。解答这些谜题，实质上是教育科学家如何对待他们以后遇到的作为一些谜题的研究议程。自然而然，如库恩指出的，有些领域还处于“前范式”(pre-paradigm)阶段，比如说还没有显示出教科书的统一性。这些领域类似社会科学(但不包括经济学)那样的学科，其中缺少教科书的公共性(commonality)表明缺乏对一种范式的共识。前范式科学中的竞争如何让位于决定了常规科学发展的单一的优胜者，库恩并没有告诉我们。但是他确实坚持认为，范式并不会按经验论的实验方法所暗示的方式取得胜利。库恩所倡导的理由，是一种认识论上激进的关于科学中观察之本性的主张。

回想一下对经验论的计划十分重要的观察术语与理论术语之间的区别。观察术语用于描述数据，按照经验论者的观点，数据在认识上控制着理论。经验论者的问题是，观察似乎不足以对关于不可观察事件、对象和过程的有说明能力的理论作出辩护，运用这些理论，

科学说明了我们在实验室和世界中所经历的可观察的规则性。经验论的这个问题对库恩来说就不是问题了，因为他否认存在一部描述观察的词典，否认在竞争的理论间可以做到中立。按照库恩的观点，范式把影响不仅延伸到理论、哲学、方法论和设备的配置，还延伸到实验台和野外记录本，支配着观察，而不是被动地接收它们。

库恩引用了来自心理学的关于光学幻觉、格式塔转换(gestalt-switches)、期望-效应(expectation-effects)的实验证据，以及许多外观上可观察的词语的未曾注意到的理论承诺，而我们曾轻率地以为这些词语没有受到关于世界的前提假设的污染。考虑一些例子。库恩的例子是一张红色的“铲子”J(red jack of spades)和一张黑色的“心脏”J(black jack of hearts)多数人可能没有注意到它们是红色的和黑色的，因为他们熟悉黑色黑桃(black spades)和红色红心(red hearts)。自库恩最早举这样的例子始，其他例子也已经成为常识知识。在缪勒-雷尔(Müller-Lyer)幻觉中，有两条等长的线段，其中一根两端有向外指的箭头，另一根有向内指的箭头，在西方人看来这两条线不等长，但是这个幻觉并不能欺骗来自“未开化社会”的没有直线经验的人。内克尔立方体(Necker cube)*，是指透明立方体的一种简单的二维描绘，没有透视经验的人们并不会这样看待它，并且我们在视觉中可能感受到前后变化或后前变化，这表明“看”这项活动并不是一个与认知无关的事情。当伽利略第一次描述月球有“月坑”时，他的观察已经假定了一种最小化的理论说明，用来解释月球表面地形由于其他天体的撞击而砸出陨石坑。

---

* 1832年，瑞士的一位叫内克尔(L. A. Necker)的晶体学家发表了这样的一个立方体图形。——译者

库恩并非独自得出此结论。经验论的一些反对者在1950年代对于观察就持有这种见解。他们认为，我们描述观察的术语，不管是以日常语言还是科学上新词的方式给出的，都假定了以某种反映了先前“理论”的方式对经验世界的划分或者归类(categorizations)：我们用以划分事物的类型，甚至外表上与理论无关的颜色、形状、质地、声音、口味，更不用说大小、硬度、冷暖、导电性、透明度等类型，均通过解释而确定下来。不是看见一杯牛奶，而是把“它”看作一杯牛奶，其中“它”并不是一个我们可以用一种理论中性的词典分开来描述的东西。即使像“白色的”、“液体”、“玻璃”、“湿”、“冷”这样的词语，或者当我们试图描述我们的感官数据时，都深受理论的约束，如“磁”、“电”或者“放射性”一般。

自库恩首先指出，关于理论/观察的区分至少是不清楚的、也许是没有根基的，这种主张对于非经验论科学哲学已变得十分关键。它对有关科学知识的本性、范围和辩护之争论的冲击，不可低估。特别是，它使得科学检验的本性更难以理解，而科学检验是科学与其他事物最具特色的区别。库恩认识到了这种后果，他处理此问题的方式使得《科学革命的结构》成为极有影响的著作。

当一种范式取代另一种范式时，科学革命就爆发了。随着常规科学的进步，它的谜题服从于应用，或用库恩的话，他服从于范式的“阐述”。少数谜题仍将桀骜不驯：范式不能说明的未曾预期的现象，范式引导我们作出预期但是没有出现的现象，超出误差边界的数据偏离，或者与其他范式的重大不相容。对于每一种情况，在常规科学内部对这些反常(anomalies)都有一种理性的说明。通常足够多的后续工作，把一个反常变成了已化解的谜题。革命发生于其他反常虽然屈从了，但其中一个反常长期得不到解决，这样就产生了一种

危机。随着越来越多的科学家更加重视这个问题，整个领域的研究纲领就开始聚焦于这个未解决的反常上来。开始时，对占统治地位的范式不曾投入大量心血的少数特别年轻的科学家对反常造成的问题提出一种激进的解决方案。这种事情将通常发生于一个范式已经变得如此成功以至于只有少数有趣的谜题有待解决之时。越来越多的年轻科学家，特别是雄心勃勃、成名心切的科学家，决定把精力更多地投于剩下来未解决的谜题。有时，一个科学家要判定，过去可能被合理地视为实验误差的东西，现在可能是全新的东西并且可能潜在地瓦解范式。如果最终的结果是一种新范式，那么科学家所做的工作回过头来被标记为一个新的发现。伦琴(Röntgen)第一次产生出X射线时，他把结果视为照相底版的沾染。一旦范式转变容纳了它，同样一张底版就会成为一种重要现象的证据。如果最终结果没有被一场范式转变所接纳，它就会被视为误差，比如说聚水(poly-water)，或者更糟糕的骗局，如冷聚变(cold-fusion)。

在建立一种新范式时，革命并不以明显合理的方式展现出来，那些捍卫正统范式而反对新思路的老牌敌手也并非以非理性的方式行事。在危机的这些时段中，当一个领域的争议开始不寻常地聚焦于反常时，双方都不能被说成是非理性地行事。旧范式的捍卫者拥有过去所有科学成就的砝码支持他们的承诺。新范式的倡导者最多只有对不服从于先前进路之反常的一种解决方案。

注意，在旧范式与新范式的竞争期间，它们之间的矛盾不可能通过观察或者实验来解决。这有几个原因。首先，在考虑预测精度时，相互竞争的范式的表现通常只有一点点差异或者没有差异。托勒密(Ptolemaic)带有本轮的地心天文学在预测上是强有力的，不比它的哥白尼(Copernican)日心天文学对手在数学上更难处理。进而，

“观察”数据已经渗透了理论。它并不构成一种无偏见的最高上诉法庭。对库恩来讲，不存在最终的证据法庭可以在竞争的范式间作出判决，指出哪一个更有理由去拥护，哪一个更接近真理，哪一个构成了科学进步。在此，库恩学说的激进效果变得清楚了。

只有当另一个范式出现并且至少能够把反常转变为仅仅是一个谜题时，一种长期悬而未决和范式上重要的反常才会导致一场科学革命。当缺乏他择性范式时，一个科学领域将继续拥护它原有的范式。但是，范式对科学家的支配力被削弱了，一些科学家开始寻找新的机制、新的研究规则、新的设备，以及新的理论，来说明对这个领域来说新颖的相关现象。通常，在此“危机状态”，常规科学是胜利方，反常毕竟被当作一个谜题，或者干脆被扔到一边被当作遥远将来的一个问题，当我们有更多时间、钱财和更好的研究装置时再去对付它。革命发生于新范式涌现之时。新范式根本上不同于先前的范式。有时，新范式是由那些没有认识到新范式与流行范式之不相容性的科学家提出的。例如，麦克斯韦(Maxwell)认为他的电磁学理论与牛顿力学的绝对空间是相容的，事实上爱因斯坦证明电动力学要求时空关系的相对性。但是新范式必须根本上不同于旧范式，新范式要能够把先前范式下日益恼人的反常转化为仅仅一个谜题。范式包罗万象，范式间的差异是如此根本，以至于库恩写道，拥护不同范式的科学家发现他们自己完全生活在不同的世界——亚里士多德的世界与牛顿的世界，牛顿的世界与量子境界(quantum-realm)。用库恩的话说，范式彼此是“不可通约的”(incommensurable)。库恩是从几何学中找来这样一个词的，它指这样的事实，圆的半径不是圆周长的一个“有理”分数，而通过无理数 π 与之联系起来。当我们计算 π 的数值时，结果永远不会除尽，总会留下一个“余数”。同

理，库恩认为范式是不可通约的：当求助于一种范式来说明另一种范式或为另一种范式辩解时，总会留下一些无法说明的东西。但是，数学上的**不可通约性**(incommensurability)是一个隐喻。这种余数是什么？

根据库恩的观点，尽管新范式可以解决先前范式的反常，但是它可能留下未能说明的现象，而它们可能是其先前的范式能够成功地处理或者不需要处理的。这是放弃旧范式而接受新范式的交易，说明性的损失(explanatory loss)是由所得的开支带来的。例如，牛顿力学不能说明它所要求的神秘的“超距作用”(action at a distance)——指引力跨越无穷距离瞬时产生其效应这一事实，而这一个恼人的承诺在亚里士多德物理学中并不需要给出说明。事实上，“超距作用”——引力是如何可能的——成为了反常，某种程度上牛顿力学在之后的250年左右最终也没有解决这一个反常。但是说明性的损失并不是不可通约性所涉及的全部。因为即使有一些说明上的损失，新范式在说明范围上也可能有净收益。库恩暗示，不可通约性是某种比这更强的东西。他似乎论证说，范式是不可通约的，彼此是不可互译的，像一种语言中的诗歌不可翻译到另一种语言一样。并且这种激进的不可通约性使得说明性的损失是不可测度的，这一点支持了下述主张：范式并没有得到改进，并且因此科学并非在对真理的逐次逼近的方向上进行着积累。因此，科学史就像艺术、文学、宗教、政治或者文化的历史一样，是一些变化的故事，而不是长期负载着“进步”的一则故事。

库恩向我们挑战，如何把17世纪燃素化学(phlogiston chemistry)翻译成拉瓦锡氧化还原理论。如果没有“余数”，不排除旧理论的某些部分，这是不可能做到的，燃素说(phlogiston theory)中错误的部

分必然也不能翻译。也许你倾向于认为，燃素化学全都是错误的，需要用一种新的范式取代。这是库恩强烈反对的对科学本性的一种非历史的进路。毕竟，燃素化学是那个时期最好的科学，在解谜、组织设备、为实验提供支持方面它有着长期成功的记录。在燃素说全盛期之前的时期，许多科学家把他们的天才投向炼金术(alchemy)。牛顿亦痴迷于寻找良方把铅嬗变成金，他为此做了许多实验，他可能就死于实验的铅中毒。我们是否要说，他的力学是物理学中一个超级天才的最伟大科学成就，而他的炼金术则是一个疯子的伪科学捣蛋呢？我们要么必须指责一个世纪的科学工作为非理性的迷信，要么设计一种科学哲学，把燃素化学当作一种有着大写字母S的科学(Science)。如果燃素说是好的科学，并且不能被纳入它的后继者，那么就很难看出科学史如何可能是一种累积性进步的历史。它似乎更是一种代换，而不是还原。

回忆一下，还原是经验论关于理论之间彼此关系的分析，它既是共时性的也是历时性的，对于前者，化学可以还原为物理，对于后者，牛顿17世纪的力学发现可以还原为20世纪的狭义相对论。但是这种还原真的是按照经验论者所假设的方式实现的吗？库恩明确否认了这一点。理由是不可通约性。从一个理论之定律到另一个更基本理论之定律的还原，要求两个理论的术语分享同样的含义。因此，空间、时间和质量在牛顿的理论和在爱因斯坦的狭义相对论中概念应当是一样的，如果按还原所要求的后者只是前者的更一般情形，前者则是一种特殊情形。牛顿力学的定律从狭义相对论的定律中推导出来看起来很简单。所要求的只是光速c(像引力一样)以无穷速度传播。用这样一个虚假的但能作出简化的假设就可以从爱因斯坦的理论得到牛顿的理论，狭义相对论告诉我们，相对于观察者

之参照系，一个对象的质量随着其速度与光速的比率而变化，而牛顿的理论告诉我们，质量是守恒的，独立于相对的或者绝对的速度，与光速无关。

尽管这两种理论都采用相同的词语和相同的符号 m，但它们说的是同一个概念吗？ 绝对不是。 在牛顿力学中，质量是物质的一种绝对的、内秉的、“单体的”（monadic）性质，物质既不能被创生也不能被毁灭，它不是物质集团间共享的像“比某某大”之类的关系性质。在爱因斯坦的理论中，质量是一种复合的“伪装的”关系，涉及光速的大小、物质的集团、位置或者测量物质集团速度的“参考系”，质量可以转变成能量（$E=mc^2$）。 在这两个理论中，“质量”一词之意义的改变，反映了世界观的一种完全的变换，是一个典型的“范式转变”（paradigm shift）。 作为科学史家和科学哲学家，一旦看到这两个理论中关键术语意义的差异，并且发现不存在一个它们分享的共同词汇表——无论是观察的还是理论的，那么它们之间的不可通约性就变得更清楚了。 但是，物理学家倾向于说，“瞧这儿，我们教科书中讲授狭义相对论的方式是，先教牛顿理论，再证明它是通过洛伦兹变换（Lorentz transformations）的一个特例。 这毕竟是关于还原的一个案例。 爱因斯坦站在牛顿的肩膀上，狭义相对论反映了科学从特殊情形到一般情形的累积性进步。”

对此，库恩有两点答复。 首先，被还原的不是牛顿的理论，而是在后牛顿的、爱因斯坦的范式影响下我们想象中的某种牛顿理论。否则就要求一种翻译，翻译不可避免地给质量赋予一种不相容的性质。 第二，对于常规科学的成功具有根本性的一点是，一旦它得势，它就改写先前科学的历史，使之看起来只不过是通向累积性的各种知识的长期的连续进步中的另一步骤而已。 常规科学的成功要求

科学家的职业训练不是去持续地挑战范式，而是把它发扬光大以便更好地解谜。如果这个学科都不存在的话，科学将不能表现出常规科学所展示的累积模式。加强常规科学之学科的一种方法是，改写其教科书，使之看起来更可能是这种样子：今日范式之前的事情，只是导致它之不可避免的进步史的一部分。由此有了先前范式的不可察性，以及经验论者对来自科学史的真正教导视而不见。因为经验论者对科学的理解来自其当代的教科书，及其“盆栽的”历史。*

根据库恩，我们必须重视这样的观念：科学革命实质上是世界观的转变。从亚里士多德到牛顿的关键性转变，不是“引力”的发现。它某种程度上看起来是这样一种缓慢的变化：有关静止与运动之间差异的认识上的变化，亚里士多德把它视为零速度与非零速度之间的差异，牛顿把它视为零加速度与非零加速度之间的差异。亚里士多德主义者把以定常速度运动的物体视为好像受一种力的影响，他们称之为“推力”（impetus）。牛顿主义者把不受（净）力的作用的物体当作好像静止一样。** 亚里士多德主义者把摆动的摆锤视为好像与约束力抗争。牛顿主义者则把摆视作处于平衡态、好像静止不动。*** 在牛顿的理论中无法表达“推力”的概念，这好比在牛顿的理论中无法表达爱因斯坦的质量概念一样。更一般的情形是，亚里士多德的科学把宇宙看作事物在其中具有目的、功能和表演角色的宇宙。牛顿力学取缔了所有这些“目的论的”目标导向的过程，支持无知觉之粒子的相互作用，粒子在任意时刻的位置和动量与自然定律

---

* 指教科书所传达的后来人为构造的科学史，类似于一种“辉格史”。——译者

** 注意，不一定是常识意义上的“静止”，也可能是保持原来的运动状态不变。这里讲的是牛顿第一定律。在亚里士多德的理解中，力是运动（速度）的原因；而在牛顿的理解中，力是运动变化（加速度）的原因。——译者

*** 此句的“静止”也包括两类情形，即常识意义上的不动，以及不受外力情况下的自由摆动。——译者

一起确定了所有其他时刻它们的位置和动量。

因为新范式确确实实是世界观上的变化，至少是科学家生活于其中的世界的一种形象上的变化，所以对于已经成名的科学家来说通常这是一个太大的转变。墨守旧范式的这些科学家将不会是仅仅拒斥向新范式的转变，他们不可能完成这种转变；更进一步，他们将会合理地捍卫他们的抵制行为。或者无论如何，反对他们观点的论证将是循环论证，因为它们将预设一个他们不会接受的新范式。在某种程度上，由于第五章所讨论的亚决定性，我们已经认识到了证伪一个理论的困难性。因为范式覆盖的不只是理论，所以回旋余地很大，相对说来容易对付那些称作证伪性的经验，此时调整可以不限于在辅助假说内进行，而可以广泛涉及范式所构成的大范围的智识承诺。回想一下，更重要的是，不存在可用来比较范式的中性立场。即使证据对理论的亚决定性不再是一个问题，经验论者所承认的、不同的理论可以赞同的观察性发现，也是找不见的。当忠诚从一种范式转移到另一种范式，这过程更像是宗教皈依，而不是一种由相关证据支持的合理信念的转移。旧范式随着其倡导者一个个谢世而黯然失色，新范式的倡导者则控制了局面。

根据库恩的理解，在科学中还是能够找到进步的，但是如同进化中的进步，它总是一种逐步加强的局部适应（local adaptation）。达尔文的自然选择理论告诉我们，经过若干世代，性状的随机变异受到环境的持续过滤，这会导致渐次增强的适应性变异在物种范围内得以加速传播。但是环境在变化，对一种环境的适应——如极地环境下的白色皮毛，是对另一种环境的不适应（maladaptation）——温暖森林环境下的白色皮毛。对科学也是如此。在常规科学期间，进步通过越来越多的谜题被解答而实现。但是科学的革命期间就像环境的变化，

完全重建了范式必须解决的适应性问题。从这个角度看，科学展示了其他智识领域所展示的同样类型的进步。这一点并不令人吃惊，因为从《科学革命的结构》中可以得到的诸多教益之一是，科学与其他领域非常相像，并且不能说科学在认识上具有优越性。而我们应当把范式的演替看作文学、音乐、艺术中的时尚流变以及更广泛意义上文化的变迁。我们看待互相竞争的范式，应当像我们看待他择性规范性意识形态(normative ideologies)或政治运动一般。当我们评估这些文化单元的功绩时，不大会讨论它们在逼近真理方面取得了多大进步。对科学也一样，库恩在其著作的结语中写道："更精确地说，我们可能不得不抛弃这么一种不管是明确还是含糊的想法：范式的转变使科学家和向他们学习的人越来越接近真理。"(《科学革命的结构》，第1版，第13章，第170页。)*

6.2 没有第一哲学的地盘？

《科学革命的结构》出版于1962年。其学说对科学哲学内部和外部的冲击难以低估。库恩的学说成了一种杠杆，形形色色历史学家、心理学家、社会学家、持不同见解的哲学家、科学家、政治人物、人文主义者都试图据此来削弱科学通向客观知识的主张，否认科学的主张比关于世界的另类主张具有更大的可信性。与此同时，在科学哲学内部，早在1950年代就开始的进展正在加强库恩的影响。这些进展很大程度上归功于哲学家蒯因的著作，他的思想提供了经常被用来支持库恩的历史结论的某些哲学基础。

* 中译文据金吾伦、胡新和译，《科学革命的结构》，北京大学出版社2003年，第153页。——译者

科学哲学的传统目的是为科学通向客观知识的主张辩护，并说明它经验成功的记录。科学哲学的说明性计划旨在识别出所有科学共享的独特方法，这些方法使得科学对知识作出了保证；辩护性计划包括证明这种方法是正确的，为其提供（归纳的或者演绎的）逻辑基础和（经验论的、唯理论的或者第三种可能性的）认识论。这些进行中的计划遭遇了传统的哲学问题。特别是理论知识由观察知识的亚决定性使得说明性的任务和辩护性的任务均更加困难。如果观察亚决定着理论，那么发现科学事实上采用的实际的推断规则——方法——将是更复杂的事情，要比空想的逻辑理论化要求得更多。哲学将不得不把有关说明性任务的全部领域，如果存在过的话，拱手让与心理学家、历史学家和其他用经验武装起来的人，他们将探索科学家从假说到数据再返回到理论的认知过程。亚决定性更激进的后果，在于对辩护性计划的冲击。数据对理论的亚决定性意味着，任何有限量的观察都不可能支持或者否定任何单个假说。如果数据确实支持了理论，那么它们是在比单个假说更大的单元内才做到这一点的。于是，正是经验论科学哲学家被迫接受关于辩护的一种**“整体论”**（holism）：经验支持的单元是整个理论——包括直接处于检验的假说、支持被检验假说之理论的其余各部分，以及需要交付检验的所有辅助假说。

甚至更激进的是，辩护与说明之间传统的哲学鸿沟开始受到哲学家自己的挑战。如第二章指出的，说明援引原因，因果性主张是偶适的（contingent）真理而非必然的真理。这个世界也可能被安排成另外一种样子，自然定律也许可以不同。这就是为什么我们需要从事事实探究而不是逻辑分析来揭示原因并提供说明的理由。然而辩护不是因果的，而是事物间的一种逻辑关系。什么可能使你相信，某

物并没有由此构成证据，以支持你的信念得到良好的辩护？观察到某事物之发生，可能引起你相信某种东西，但是它不会为那种信念作辩护，除非在观察到的事物间存在着恰当的逻辑关系。这些逻辑关系在被寻求其根基的哲学家足够自然地研究着：是什么使得演绎的或者归纳的逻辑规则成为正确的规则，可以对从前提（即从证据）中导出之结论作出辩护？对什么使得这些规则成为正当的规则这个问题，传统哲学回答是，它们是不可能另具模样的必然真理。

经验论者难以认同这种回答，因为他们认为，知识是由经验辩护的，而经验不可能严格证明必然性。所以，用来为推理辩护的逻辑原则可能处于本身没有根基的风险之中。因为至少两百年来经验论者对该问题的解决是，把所有必然真理，不管是逻辑的还是数学的，都当作定义真（true by definition），当作关于词义的报告，当作我们用于沟通的约定。因为这些陈述根据规定是真的。逻辑规则告诉我们，所有形如

若 **p** 则 **q**

p

故

q

的推断都是真的，因为它反映了术语“若”、“则”和“故”的意义。同理，所有的数学真理，从 2+2=4 到毕达哥拉斯（Pythagoras）定理，再到费马（Fermat）大定理（不存在大于 2 的整数 n，使得 $x^n+y^n=z^n$ 成立），都只不过是逻辑上的演绎，其前提本身是定义。

但是 20 世纪关于数学基础的探索表明，数学不可能只由定义和

定义的后承构成。当哥德尔证明数学命题的集合不可能既是完备的(使得我们能够导出所有的算术真理)又是一致的(不包含矛盾)时，经验论关于必然真理都是定义的主张落败了。经验论需要一种新的必然真理理论，或者它需要否认存在这样的真理理论。这就为再次考虑整体论和亚决定性开了后门。

一个必然真理，不管它是平庸真的，如“所有单身汉都是未婚的”，还是不那么显然真的，如“三角形的内角和为180度”，是不可能被经验所否定的。但是整体论教导我们，对于我们认为是关于世界偶适真的命题也可以作如是观，如命题“电子的自旋角动量是量子化的”或者“光速在所有参考系中都是一样的”，或者在过去关于牛顿的运动定律。科学家总是宁愿另外作出调整，也不愿意放弃这些命题。如果整体论是对的，我们可以“不管发生什么”，都保持这些命题为真，仅仅修改我们关于世界的信念体系的其余部分。但是这样一来，我们不愿意屈服的必然真理与偶适真理之间的差别会怎么样呢？诚然，必然真理之为真是根据表达它们所用词语的意义，而偶适真理之为真是根据关于世界的事实。但是如果两个命题都是不可修改的，我们如何能够从经验上指出一个免于修改是由于其意义还是另一个由于关于世界的信念？注意这是对一个经验论论题——或者如蒯因说的是一个“教条”(dogma)——的一种经验论的挑战，这个教条认为我们能够区分根据意义的真理与根据事实的真理。

什么是意义(meanings)？回顾一下第四章描述的经验论理论，意义最终是感官经验的东西：一个词的意义由定义给出，定义采用了一些命名感官性质的(如颜色、形状、气味、质地等)底层词汇。这种语言理论与我们的哲学信念——词语命名头脑中的图像或者观念——是一致的。但是如我们所看到的，它不可能使理论科学中许多术语

的意义讲得通。更重要的是，很难看到我们如何能够从经验上指出，关于定义术语之感觉的真理与报告了关于世界之事实的句子之间的差异：假定我们把咸(salty)定义为“咸是人们可以在标准的条件下从海水中品尝到的一种味道”。这个句子与“咸就是人们在标准的条件下从溶解的氯化钠中品尝到的一种味道”有什么区别？人们不能说前者为真是根据意义，因为我们正设法通过对比这两个句子而从经验上阐释这种意义。人们也不能说“氯化钠”是一个理论术语并产生了那种区别，因为“海水”并不等于我们仅仅通过视觉检查就在透明液体样本上所粘贴的一个标签。在这两个句子中我们不得不加上“标准条件”的限定，因为如果没有它们，这两个命题都可以是假的(一个被麻醉的舌头不可能尝出什么叫咸)。但是加上了这个条件，不管发生什么在我们的经验中两者都可以保持为真。总之，词的意义不是由我们与之联系的感官数据给定的。或者，如果它由感官经验给定，关系也相当复杂。蒯因得到的结论是，“意义”是可疑的，自尊的经验论哲学家不应当想着去做这样的交易。那时候在科学哲学中得到较普遍支持的一个结论是“关于意义的整体论”(holism about meaning)，此学说类似于数据检验理论过程中认识论的整体论论题，并且彼此互相支持。

如果不存在意义，或者不存在不同于关于世界之真理的意义真理，如果理论与作为整体的数据相遇，并且一个理论术语的意义是由其在理论中的地位和角色给定的，那么我们不但对于亚决定性没有哲学说明，对不可通约性也没有给出哲学基础。或者如果出于某种考虑我们不再追随蒯因，我们至少希望有那样的说明和基础。尽管蒯因拒斥经验论的意义理论和证据理论，他并没有放弃对在裁定相互竞争之科学理论中担任特殊角色的观察语言的承诺。

为观察假定一种连续的角色，我们就不可能通过观察支持的句子来比较理论句子，或者不可能把相互竞争的理论的涵义(purport)翻译成在彼此认同的条件下我们将确切地观察到什么的陈述。但是我们能够基于理论使观察系统化和预测观察结果的各种权能，来合理地选择理论。蒯因和其追随者的结局是某种为科学保留了通向客观性主张的实用主义(pragmatism)。

不过，蒯因对经验论意义理论和证据理论的批评，客观上支持了一种关于数学、所有经验科学和哲学的更激进的整体论。如果我们不能区分根据意义真的命题与根据关于世界之事实真的命题，那么在形式科学(如数学)和经验科学(如物理学和生物学)之间就没有什么区别了。传统上，数学——几何、代数和逻辑——被认为是必然的真理。在认识论中，在我们关于这些必然性的知识方面，经验论者才区别于唯理论者。经验论者认为，它们是没有内容的意义真理；这就是它们之为必然的原因，因为它们反映了我们关于如何运用数学概念的决议(decisions)。唯理论者认为，这些真理不是空洞或者平庸的伪装定义及其后承，而是经验不可能辩护的真理。唯理论关于我们如何获得这种知识最终不可能提供一种令人满意的解释，并因此而失去光彩，至少作为可行的数学哲学与科学哲学是这样。但是，在某种程度上，经验论也不能对根据意义的真理和根据关于世界之事实的真理作出经验上很有根据的划分，它对我们如何能够拥有必然真理的解释也崩溃了。蒯因的结论是，我们认为真的所有命题只有一种类型，在必然真理与偶适真理之间不存在有根据的划分。于是，数学真理只不过是我们的科学假设中最核心的相对说来最不容易修改的部分。

数学的境遇，也同样适用于哲学，包括形而上学、认识论、逻辑

学和科学方法论的研究。哲学的这些子学科中的理论，也会展示为与科学中的理论主张没有什么差别。关于知识的本性、限度与辩护的一种理论，对蒯因来说也变成心理学的一个子学科；形而上学——对自然的基本类型的研究——将变得与物理学及其他科学连续对接，其最优理论将是这样的理论：当我们把它与来自其他学科的东西结合在一起时，它能够给世界以最恰当的解释，根据它解释和预测我们的观察的能力它被视为一个整体。方法论和逻辑学也要与其他科学合起来共同探讨问题，而不是作为其他科学的独立基础出现。在对成功科学的追求过程中反映出来的那些方法和那些逻辑原则，将得到最好的支持。这与我们第四章遇到的"经验适当性"概念有关。在哲学和科学中，蒯因关于理论选择的判据，就是经验适当性。

工具主义者的先验哲学理论是坚持一种严格的经验论，他们利用这种特权地位为他们的学说争辩。蒯因拒斥这样的主张：存在某种知识体系，比如说一种哲学或者一种认识论，比科学更可信，并且为科学提供一种基础。尽管他坚持科学应当以经验适当性为目标，但是他这样做的原因是科学为自身设置的适当性判据；更重要的是，与工具主义者不同，蒯因更像科学家，把关于不可观察的科学之理论主张不仅仅作字面理解，还把它们视为我们信念中最有根基的东西，因为在我们称作科学的我们的信念套件中，这些理论主张处于最核心、最牢固并且相对说来最不容易改变的行列。事实上，对于蒯因及其追随者来说，科学是对哲学的一种指导，其程度如同哲学对科学的指导。科学与哲学的差别在于普遍性和抽象性程度方面，而不是必然真理和事实偶适真理的区别。

由此导致的科学哲学现在称作**"自然主义"**（naturalism）。在哲学家当中，自然主义成为经验论的后继者，很大程度上是蒯因影响的

结果。“自然主义者”(naturalist)* 这一标签后来被许多科学哲学家采用，尽管他们的科学哲学之间有差异。但是如蒯因所捍卫的，自然主义的主要信条(tenets)是，首先拒斥把哲学当作科学的基础、其方法的仲裁者或者其本性和限度的决定者。第二，科学对于哲学问题的解决具有相关性。第三，对物理学作为人类所有知识中最牢固最有根基的部分特别信任。第四，某些科学理论对于促进我们的哲学理解特别重要，特别是达尔文的自然选择理论。达尔文理论作为一种科学指导对哲学问题之解决的重要性在于，它解释了盲目的机械过程如何可能导致一种表象(appearance)，对我们来说好像盲目变异和自然选择的世界中有了目的和设计。回顾一下第二章讨论的目的论的或者目标导向的过程及其因果说明的问题。物理科学没有为“最终因”留下概念空间，未来的结果也不可能成为过去的原因。同样也不大可能有一个全能的设计者按照他或者她的意愿产生事物。这就是为什么物理学世界观成为像达尔文理论一样吸引人的观念的理由。达尔文的理论提供了一种因果机制——碰巧可遗传的性状变异(通过突变和重组)永恒地发生着，那些表现不佳的变异则被环境之簸箕的长期作用簸掉了(winnowing out)。如果我们用同样的机制——随机的可遗传变异和环境的选择——来说明其他外表有目的性的非物理过程，特别是人类事物，那么我们将至少在原则上把这种过程接纳为一种独一无二的科学上首尾一贯的世界观，一种自然主义的哲学。

利用达尔文主义，哲学家们试图对科学变化寻找一种自然主义的解释，类似于库恩在某些方面把科学进步作局部适应的解释。其他

---

* 这一词还有许多别的用法，含义差别很大。研究自然史的人也可以称 naturalist，科学知识社会学(SSK)学者也可以自称 naturalist。——译者

一些人则寻找一种认识论或者对科学家实际上如何推理和提出理论寻找一种解释，把这一过程看作随机变异(即创新性的理论猜测)和环境(即实验和观察)的选择。另外一些人则借助于达尔文过程，设法对一般意义上思想的本性作出解释。也有哲学家与社会科学家合作从一种达尔文基础打造人类行为理论。把达尔文理论当作哲学的一种研究纲领来应用，自蒯因的原创性阐发之后，已经广泛扩展开来。这样做产生了具体的自然主义主张，科学与哲学是同性质的东西，我们最充分确立的科学主张应当可以影响对哲学理论的耕耘，其程度就如哲学影响科学一般。

但是，自然主义留下了一个未解决的重大问题。回忆一下辩护与因果性的区别。辩护给出了信念为真的根据；因果性则没有。或者至少它看起来如此。在经验论者的手中，辩护是证据(感官经验)和结论之间的一种逻辑关系(使用演绎或者归纳逻辑)，而逻辑涉及的是意义事物。自然主义者，或者至少蒯因，他们自己不会认同在因果性和辩护之间划出界限。可是他们又必须划界。如果不求助于“第一哲学”(first philosophy)、某些先验真理或者甚至定义，自然主义就只能诉诸科学本身去理解推断规则、推理方法、探究的方法论和认识论的原则，这些东西将用于区分哪些结论得到了证据的辩护哪些没有得到证据的辩护。

现在，假定某人问，对于一种逻辑规则或一种方法论，为结论辩护的这种方法或者规则本身是否得到了辩护或者很有根据？经验论者对这个问题有这样的回答：规则和方法是必然真的，其必然性基于我们如何运用语言的决议。我们可以对这一论证提出质疑，自然主义者也会这样做，因为它利用了经验论者与自然主义者争论中的概念，如“必然性”和“意义”等概念。但是，当请他们为他们自己的

辩护规则和方法提供根据时，自然主义者能够说些什么呢？ 求助于"第一哲学"，一种先于科学并且比科学更牢固的认识论，是不可能的。 自然主义者不能求助于科学或者科学之成功为其规则找理由。因为，求助于"第一哲学"将是循环论证，把根据建立在科学的技术成功上将使自然主义屈从于一种第一哲学——在这种情况下人们称它为"实用主义"。

自然主义为它所推荐的认识论、逻辑学和方法论辩护，因为这三种理论和规则源自成功的科学(即提供知识的研究纲领)，这些知识是关于世界之运作方式的已得证的结论。 但是，如果问为什么他们主张成功的科学提供了这种已得证的结论，自然主义者则不能再继续援引这样的事实：成功的科学按照认证其结论为合理的规则和方法而前进，因为这些规则和方法本身是由科学的成功所认证的。 自然主义可能是一种循环推理。 对蒯因来说，这是一个特别尖锐的问题，因为他在反对经验论对这些问题的回答时用到的许多论证，借助了逻辑必然性和意义等概念，蒯因的论证可能被指责为循环推理。

求助于科学在实践上的、技术上的和应用上的成功，或许能够解决自然主义者的辩护问题。 但是结局将不再是自然主义了。 科学的确事实上拥有一份极其动人的伴随实践、实用成功的关于技术应用的业绩记录。 但是这为什么就为其构成知识的主张、为其作为认识论的方法，提供了一种辩护呢？ 它仅在我们事先树起一种第一哲学时才能做到这一点。 20 世纪初美国哲学家詹姆士(William James)、皮尔士(C. S. Peirce)和杜威(John Dewey)明确采用了这种观点，在他们之后，可以称这种观点为实用主义。 这种哲学在许多方面值得推荐，但它不是自然主义，因为它有一种先于科学的哲学承诺，它也许不得不放弃与之不相容的那部分科学。

因此，自然主义留下了一个尚未履行的职责。它打算支持科学的客观性，把科学视为关于事物本性的不断改进的知识。它还打算在其科学哲学中反映科学的实际特征，在科学的基础或理解其关于世界之主张中不给哲学或者历史以特权地位。但是它需要按照与它自己的原则相一致的方式作出回答，还要与它批评相竞争之概念的方式、与它辩护自己的方式相一致。

小结

按照库恩的理解，科学的思想和发挥作用的单元是范式，而不是理论。刻画范式是什么可能是困难的，因为它不仅包括理论的教科书表达，还有示范性的问题求解、标准设备、方法论以及通常甚至还有哲学。科学史中重大的范式有物理学中的亚里士多德范式、托勒密范式和牛顿范式。拉瓦锡之前的化学、达尔文之前的生物学，都是“前范式”领域，还不是真正“科学的”，因为如果没有范式就不存在“常规科学”以积累阐发范式的信息。范式控制着什么可视为与检验假说相关的数据。库恩与经验论的其他倡导者指出，不存在观察词汇表，在经验中没有最高权威的法庭。我们所面对的经验已经渗透了理论。

当一个谜题不能被解决，并且开始被视为反例时，范式的危机就涌现了。当反例开始占据这个领域的研究前沿中人们的大部分注意力时，革命的时机就成熟了。革命由化解反常的新范式构成，但是不一定保留先前范式的收获。旧范式已经说明的东西，新范式可以说明不了，或者可能根本认识不到。由此可以得出，科学变化——范式的演替——不一定是沿着持续逼近真理方向上的进步性变化。

观察并不控制着探究，而是科学家控制着探究，科学家阐述范式，巩固其领域，保证他们自己在建制中的位置，只是在科学史的那些关键时刻除外，那时事情变得失控，革命就要出现。在本性上，我们更应当把革命理解为一场宫廷政变，而不是旧理论被一种合理地认证得更好或更正确的理论所推翻。

这幅科学图景从经验论的角度很难得到严肃对待，无论在历史上还是在逻辑上。它同时在历史学家、社会学家和心理学家中得以流行，是由于(部分由于)哲学家蒯因的影响，他拆散了科学作为关于实在本性之累积性观察知识的哲学理论的织锦。

蒯因是从动摇分析与综合两者的区分开始的：作为逻辑或者形式的事物而真的命题，与作为内容或者经验观察事实的事物而真的命题，蒯因认为两者不应严格区分。这可能是令人吃惊的，但是一旦这种自康德以来哲学家熟知的区分被瓦解了，那么认识论的一切和科学哲学中的许多东西都会乱套。否定这个区分导致了关于理论如何面对经验的整体论，导致了加强有关科学本性的库恩式进路的亚决定性。但是对于某些哲学家，它也导致了一个更强的对科学的承诺，甚至比对哲学的承诺还强，或者它至少导致了这样的观念：我们必须让当代的科学指导我们的哲学，而不是在哲学中寻找科学的基础。一些哲学家，主要是蒯因的追随者，已经采纳了这种观点，自我标榜为“自然主义者”。不幸的是其他人，特别是采取不相容观点的社会学家，也使用了自然主义者这一术语。*

自然，蒯因和其他哲学家都不准备接受库恩关于科学的外观上的主观主义(subjectivism)作为正确的结论来发起对经验论的攻击。于

* 这大概指包括布鲁尔(David Bloor)在内的科学知识社会学家。——译者

是留下了这样的问题：为科学作为客观知识寻找一种基础，并且要做到逻辑一致。 这将是下一章的主题。

习题

1 在研究科学的各种进路——哲学的、历史的、社会学的——中，哪一种更根本？ 这些学科在回答关于科学的问题时彼此相互竞争吗？

2 对以下主张：“科学为其开辟可能性的技术之进步史，反驳了库恩关于科学整体上不进步的主张。”库恩的捍卫者如何作出回应？

3 库恩反驳存在与理论无关的观察水平，这件事可上溯到 1950 年代。 心理学随后的进展趋向于证实还是动摇库恩的主张？

4 蒯因曾经说过：“物理学哲学是足够的哲学”(philosophy of physics is philosophy enough)。 请对这一反映了蒯因关于科学与哲学关系之观点的主张作出解释。

5 自然主义是循环论证吗？ 即科学发现对哲学理论化的控制仅仅依赖于科学是我们通向实在本性的最好指南这样的断言吗？

延伸阅读

学科学哲学的每位学生都必须读库恩的《科学革命的结构》。 库恩其他的重要著作有《必要的张力》(The Essential Tension)，它包含了对早期著作的重要反思。 萨皮尔(D. Shapere)对《结构》有一篇重要评论“评《科学革命的结构》”(Review of Structure of Scientific Revolutions)。 这篇文章及对库恩的其他评论，见古廷(G. Gutting)编的《范式与革命》(Paradigms and Revolutions)。 霍里奇(Horwich)编有一部库恩纪念文集《世界变化：托马斯 · 库恩与科学本性》(World

Changes: Thomas Kuhn and the Nature of Science)，收有多篇重要的回顾性文章。

费耶阿本德(P. Feyerabend)在《反对方法》(Against Method)* 中总结了他的一系列论文，他拥护对库恩观点作最激进解释的哲学上老辣的一种版本。

蒯因对经验论的攻击见《从逻辑的观点看》(From a Logical Point of View)**，其中包含了他最有影响的论文“经验论的两个教条”(Two Dogmas of Empiricism)。对科学哲学感兴趣的任何人，都要阅读此文。蒯因后来的一部作品《语词和对象》(Word and Object)加深了对经验论的攻击，建立了对库恩和其他人很有影响的亚决定性学说。

基切尔(P. Kitcher)有一部阐发和捍卫自然主义的著作《科学的推进》(The Advancement of Science)。

* 中译本：法伊尔阿本德著，周昌忠译，《反对方法:无政府主义知识论纲要》，上海译文出版社，1992年。——译者

** 中译本：蒯因著，江天骥等译，《从逻辑的观点看》，上海译文出版社，1987年。——译者

第七章　科学的本性与哲学的基本问题

概要

人们通常认定，库恩的学说导致了相对主义(relativism)，而相对主义认为不存在什么真理，或者至少没有什么东西可以被断言独立于某种观点而为真，以及各种观点的争执是不可调和的。这种结果当然剥夺了科学的实力地位，凭借这种地位科学可以捍卫它的发现，认为它比伪科学的东西更有道理。它还动摇了这样的主张：有关物理学、化学等所谓“硬科学”(hard sciences)，在其发现、方法、论证与说明标准及理论建构的严格性方面，比“软科学”(soft sciences)和人文学术(humanities)具有更大的权威性。后现代主义者和解构主义者从库恩学说的一种激进解释出发，力挺他们所拥护的相对主义。

在科学社会学家当中，特别兴起了一个**“强纲领”**(strong program)学派，认为用于说明科学成功的同样的因素，必须也能够说明科学的失败。这一点就剥夺了关于世界的事实——如在观察和实验

结果中所报告的——在说明科学之成功时所具有的决定性角色。

这些学说对那些迄今为止仍然想通过学习“科学方法”而争取得到承认的社会科学、行为科学和其他学科，具有一种解放作用，人们可能感到不再需要这样做了。对科学的社会学的以及更多是政治学的关注，揭示了科学与中产阶级的传统关联，以及与资本主义的关联，揭示了科学对妇女利益的漠视，以及对少数派的冷淡。

可是，这种学说认为科学不是一种达到了比其他方法具有更高客观性标准与可靠性标准的独特知识体系，最终这种观点不是可持续的。然而，这一结论要求我们转向认识论、语言哲学和形而上学中的基本问题，以便看清哲学在哪儿走错了道路从而引导库恩的追随者得出别出心裁的荒唐结论。它也要求我们关注如认知科学与知觉心理学等相关科学的发现，以便发现是否存在与理论无涉(theory-free)的数据资源以及我们心理性格中的假说构造(hypothesis-formation)。

7.1 从哲学到历史再到相对主义

蒯因所唤起的自然主义，与库恩提供的对科学史的读解，这两者的相互作用对科学哲学已经产生了深远的不得安宁的影响。它确实动摇了几个世纪以来用哲学来理解科学的信心。我们曾知道科学是什么、科学是否进步以及它怎样做到这一点、科学的主张通向客观性的资源是什么。此信心的这种突然丧失，导致了一种智识真空。许多社会学家、心理学家、政治理论家、历史学家和其他社会学家被拖进了这一真空。热闹并且高度可视的争论出现了，争论使这一点成为显然：解决科学哲学中的问题要求重新考察哲学的其他子学科的最基本问题，包括认识论、形而上学、语言哲学，甚至大部分道德与政治哲学。

库恩认为，范式是不可通约的。这意味着它们不可被彼此翻译，至少不可完全翻译或者根本就不能翻译。不可通约性在有所得时也蕴含着说明性的损失，没有共同的测度体系能够告诉什么时候得大于失。范式间的不可通约性一直延伸到它们的观察词汇表，剥夺了我们用于评估竞争范式的一种范式中立的立场。由此导致的科学图景，不是对范围更广、程度更深之现象的越来越完备的说明的演替，甚至也不是同样现象跨度上预测能力和预测精度的持续扩展。毋宁说，科学史更像是时尚的历史，或者政治政权的历史，它们一个取代另一个不是因为它们的认知价值，而是因为政权和社会影响的转移。科学史的这种观念向**认识相对主义**(epistemic relativism)发出了邀请。

伦理相对主义(ethical relativism)是这样一种主张：什么行动是道德上正确的，随着文化的变化而变化，不存在道德上客观正确这样的东西。伦理相对主义被其倡导者认为是对种族差异性(ethnic differences)的宽容与理解的一种开明的、多元文化的态度。伦理相对主义不可避免地走向关于是否真的存在任何绝对道德正确这类东西的怀疑论。同理，认识相对主义使得知识(从而真理)成了相对于概念框架、观点或视角的东西。它否认存在独立于任何范式的关于世界运作方式的客观真理，因而也没办法比较范式的真理性、客观性和认识的可靠性。库恩关于是否承认范式间认识相对主义的指控，有一种矛盾的心理。

但是，情况也许比库恩所设想的甚至更多彩多姿。因为哲学家和另外一些人急于把库恩有关最具概括性的范式——刻画世纪尺度上常规科学的特征——的主张，变换为常规科学内部个体科学理论的不可通约性。蒯因更具根本性的哲学论证，给他们提供了这样做

的资源。其中最有影响的哲学家，是费耶阿本德。采用库恩关于亚里士多德力学到牛顿理论和牛顿力学到爱因斯坦理论的不可还原性(irreducibility)的洞见，费耶阿本德指出，从推力到惯性或者从绝对质量到相对质量的关键概念翻译的不可能性，反映了所有理论间还原的一种障碍。理由是蒯因的洞见所引发的关于意义的整体论。理论术语的意义，不由它与观察的直接或间接联系给出，因为理论并不逐词逐句地与观察相遇，只是作为整体与观察相遇。于是，意义是理论化的。理论术语的意义，由它在一个理论的结构中所处的地位给定。改变理论的一个或多个部分，结果对原来同样的理论并没有改进，但是总的说来是一个新的不同的理论。为什么呢？因为新理论与旧理论关注不同的主题，它的词汇有不同的意义。尽管"电子"可能是玻尔的理论、汤姆孙(Thomson)的理论、海森伯(Heisenberg)的理论和薛定谔(Schrödinger)的理论中的一个标题(inscription)，但是这并不意味着它们彼此是同一个东西，正如"pussy cat"、"catastrope"、"cool cat"、"cat o'nine tails"中"cat"的意思不同一样。*

否定关于意义的整体论主张，要求一整套意义理论，或者至少是对蒯因对意义攻击的一种讲道理的反驳。当加上对观察语言——可能构造关于数据的陈述——的否定，对或许可使我们能够在理论间作出选择之陈述的否定，结果就是费耶阿本德所颂扬的"方法论无政府状态"(methodological anarchy)。他称之为方法论无政府状态，因为结局是，不存在可以在理论间作出选择的认知基础。特别是，早先

* 这些词或者词组的部分含义为：pussy cat，猫咪；catastrope，突变；cool cat，指一种卡通人物；cat o'nine tails，九尾鞭；cat，猫。——译者

的和“充分确立的”理论并不要求我们信奉后来的和未充分确立的理论。费耶阿本德赞成这种局面，因为他认为这样一种无政府状态激发科学的独创性和创造力。毕竟，如果要求牛顿提出一种可以把亚里士多德的理论作为特例的理论，或者要求爱因斯坦像牛顿一样做，只是因为亚里士多德或者牛顿的理论曾有着说明上的和预测上的成功，那么无论牛顿还是爱因斯坦也许都不会产生冠以他们名字的伟大革命。正如道德相对主义认为他们的洞见是解放的和启蒙的，费耶阿本德也认为他的认识相对主义是好东西。

费耶阿本德和其他相对主义者也许只是从这个视角污蔑自然主义。像库恩以及自然主义者一样，相对主义者在这件事上将同意，认识论和方法论是范式的一部分，或者事实上是一个理论的组分，尽管也许这些组分在语法上是以祈使句而非陈述句的方式表达的。如此一来，认识论和方法论都不提供一种独立的立场，来裁决科学的进步，或者评判一门学科是否具有大写字母“S”的“科学”(Scientific)地位。这些相对主义者可以揪住自然主义面对的循环论证的问题，以证明相对主义的主张：任何特定的理论、范式或者学科只不过是众多“认识方式”(ways of knowing)中的一种而已，不存在这种情形：它们中只有一种是正确的而其他的都是错误的。于是，对相对主义者来说，“怎么都行”(Anything Goes)。这事实上正是一部书的名字，费耶阿本德用这部书强有力地辩护了这一观点。在书的护封上，没有放作者简历，费耶阿本德却提供了他自己的星占图。他想暗示，星占学关于作者或许与个人事实——他的教育背景、职业生涯和他以前的著作——一样报告了同样多的信息。

但是，如果从哲学的观点看怎么都行的话，问题就来了，为什么科学在过去走过了一条特定的道路？对相对主义者来说，回答不

可能是：科学史是“追求真理”的探究历史，沿着越来越逼近关于世界之真理的方向变化着。确实，如果世界之运作方式，独立于科学，就不可能决定特定科学的形态或者科学的一般情况。那是因为，世界之运作确实不是独立于科学的。我们可以按照我们的意愿，把这种主张作字面理解还是作比喻理解。如果科学史不能由客观的无私利的科学家所从事的有关世界运作方式的无偏见的研究来说明，那么它必然像其他所有社会建制的历史一样，是社会、政治、心理、经济和其他“非认知”因素的结果。所以，相对主义者说，要理解科学、要理解特定科学以及科学变化的本性，我们必须做社会科学。例如，为了知道作为局部上更适应性状渐近选择的达尔文进化论为什么胜利了，不要求我们理解化石记录，也不需要知道变异和环境过滤的来源。它要求我们知道塑造 19 世纪理论建构与认可的社会政治力量。一旦我们理解到 19 世纪自由放任资本主义为严酷竞争辩护的意识形态需求，在这种竞争中不适应者将被排挤，而进步就体现于市场竞争，在这种情形下达尔文范式的涌现就不应大惊小怪了。科学史应当由每一后继的范式改写，这一点是可理解的，不仅因为常规科学需要意识形态的东西，而且因为政治统治也需要它。

追求真理对于说明科学变化具有一种特殊的作用，而在文学或者时尚变化中或许缺少这种努力，1980 年代对此信念的否定导致了科学的社会研究中一场重要的新的运动，这一运动有一个相伴的主张：社会学必须取代哲学作为我们理解科学的源泉。科学社会学中的这个所谓“强纲领”，试图在同一基础上既说明科学的成功也说明科学的失败。因为，区分那些被认作进步的科学发展与那些(事后)被拒斥为错误的妄想的，不可能是前者反映了世界

的运作方式而后者没有反映，两者必须以同一种方式被说明。* 社会学家布鲁尔(David Bloor)把它称作“对称性论题”(symmetry thesis)，它取消了下述论证的余地：那些说明了成功的科学理论化(scientific theorizing)的东西，也就是成功的理论化比不成功的理论化更合理的东西。

这些社会学家与另外一些社会科学家试图研究科学工作的精致细节，并得出结论，科学见解的一致(agreements)像其他社会科学产品一样是通过各方“协商”(negotiation)而“建构”出来的，各方的利益不可能囊括性地或者也许甚至支配性地描述世界的运行方式。相反，他们的利益是个人发展、赏识、物质回报、社会地位和其他好处，这些与宣称的、公开表述的、广告化的科学目标——对真理的无私利的追求——没有什么联系。在激进的后现代科学学人(students of science)的手中，科学发现是建构的，这一论题变成了这样的主张：外在于科学理论的世界——实在论者视为使科学主张真或假的独立实在——本身也是一种建构，不具有独立于科学家——认同他们对世界的描述——的存在性。对于这种“唯心主义”(idealism)来说，存在不过是被想到，这在科学哲学上又回到了18世纪哲学家贝克莱那里，此种唯心主义必定从对库恩的或许至少有点轻率的评论中得到了明确的支持，那些评论认为不同范式的倡导者生活在不同的世界中。进而后现代社会学家认为，科学信念的单元不是个体科学家，而是在某一特定研究纲领下工作的科学家共同体(community of scientists)。这些学者拒斥自笛卡儿以来与传统科学哲学相关

---

* 指的是布鲁尔提出的强纲领中的第三条，见 D. Bloor, *Knowledge and Social Imagery*, The University of Chicago Press, second edition, 1991, p.7。布鲁尔的说法是：“说明风格应当是对称的。比如，同样类型的原因要能说明真的信念和假的信念。”——译者

联的第一人称观点，认为科学中的事实是通过利益各方的协商建构出来的，而不是由个体科学家发现的，研究者的工作要能由其他个体研究者所重复。

知识的社会特征将不仅说明共识的加强，它还将说明科学中的某些缺陷和不足，这会映现作为一个整体的西方文化的特征。因此，一些社会科学家，例如女性主义者(feminists)和后殖民主义(post-colonialism)学者，试图把科学的特征至少部分地解释为父权制或种族主义议程(patriarchal or racialist agendas)的产物。这些研究科学的社会学人(social students of science)首先由科学家中有关性别歧视(sexism)的显赫例子——如建构将妇女和少数派排除在外的人类研究群体——出发，或者由进化论研究的种族主义追求——诬蔑种族具有不可被环境补偿所改良的遗传局限——出发，继而得到结论，科学中的许多东西反映了这些局限，尽管很少有科学家意识到这一点，甚至那些其工作产生了此种有害后果的科学家也没有意识到它们。

社会批评家、评论家和人文学者从这番科学的社会研究中汲取了不少灵感，主要的是“废黜”科学不适当和未经证明的权威地位，以及西方社会自文艺复兴500年来所给予科学的尊重。科学和科学发现以两种方式被误用，批评家已经从这种确凿的事实开始发难。第一，它们提供了更有效、更有力的伤害人、其他生命和环境的方式。第二，科学的这些批评者继续指出，科学为导致此种伤害的政策提供了无根据的合理化，如优生学(eugenics)。甚至尚未嚣张地误用科学的社会，通常也负有“科学主义”(scientism)的罪过，科学主义指擅自赋予科学以特殊的认识权威。按照这些批评家的见解，除了科学所采用的方法外，还有其他认识方式。被诬蔑为伪科

学的行当，如占星术和心灵学（parapsychology）*；另类医学中“整体”疗法背后的理论，如顺势疗法（homeopathy）；非标准培育实践，如给居室中的植物播放音乐等等，都同样站得住脚。否定它们的认识地位，简直就像深受蒙蔽并以自己打自己嘴巴的方式看待牛顿范式一样，牛顿范式现在已经被宇宙学和量子物理学中的科学进展所超越，对后者我们还没有一种可接受的哲学解释。谁能说当这些领域尘埃落定时，他择性的非牛顿的认识方式将不会得到证明呢？源于库恩的科学的社会研究破坏了人们对传统自然科学的信任，这在一定程度上导致了在那些国家有关公众支持科学的更多的争议，特别是在英国，科学社会学在这些国家最引人注目并产生了重要智识影响。一些物理学家已经开始抨击科学的社会研究，认为它们削弱了公众对自然科学研究的支持。多数科学家甚至直斥这些观点无异于宣称“地球是平坦的”所产生的效果。科学哲学不能承受如此傲慢的一种态度。

与科学的社会研究有联系的不太极端的相对主义形式，激发了特定的社会科学的哲学和特定的对人文学术中知识本性的解释。因此，定性的社会科学开始捍卫它的方法和结果，反对来自经验的、定量的社会科学家的攻击，主张其学科自身具有一种不同的、不可通约的范式的地位。这些定性社会科学的捍卫者继而发出反击，指出经验的、定量的实验范式不能处理人的意义（meaning）、意味（significance）和解释（interpretation）；存在必要的向度（dimensions），沿着这些向度，人的行动、情感和价值才能得到理解；自然科学范式甚至不可能容纳语义意义（semantic meaning）的概念，更不用说关于人的意

* 亦译作“超心理学”、“副心理学”。——译者

味；社会科学的许多沉闷和挫折是试图卑屈地贯彻来自自然科学的不恰当范式造成的。面对本应导致质疑常规科学的那些诸多反常，不能放弃这种范式，这是送给自然科学——作为人类知识之所有组分的一种模型——的社会文化权能的一个礼物。不过，这是错误的模型。科学主义的这些批评家的论证也是错误的。

7.2 地球真的是平坦的吗？

尽管库恩对科学史有不少洞见，但从他那时起，在科学的社会研究发展过程中有些内容就已经严重地走向错误。于是，至少无偏见的观察者(或者也许是处于科学范式支配下的某个人)会这样认为。设法理解自然科学的许多动机，源于欣赏科学的预见力和说明深度，源于企图揭示它的方法论秘密以便能够把它们应用到别处(特别是社会科学和行为科学)，产生同样的理论洞见和技术结果。当受此动机驱使的探究得出结论说科学只不过是另一种宗教，只不过是各种各样看待世界的方式之一，没有一种方式能够声称比其他的方式具有更坚实的客观性，那么在某时某地，我们已经在我们的探究中兜了一个错误的圈子。

可是，在哪里呢？不理会库恩的洞见是不够的，不理会对附加于这些洞见之上的科学虚荣的反驳也是不够的。许多科学哲学家已经作出结论，库恩对科学变化的历史阐述已经被"解释过头了"；他本不想用《科学革命的结构》对科学之客观性发起全面进攻。在这点上他们得到了库恩的支持，至少他还在世时是这样。* 推翻科学

* 其中一个例子是，1992年库恩在Rothschild演讲中说："'强纲领'被广泛理解为，声称权力和利益便是存在的一切。……于是，什么被认为是科学知识，变成为仅仅是胜利者的信念。有人发现强纲领的主张是荒谬的，是一个发疯的解构实例，我就是其中的一员。"——译者

之客观性，并非他的意图，他只想推进我们对作为人类事业之科学的理解。同样，蒯因及其哲学门生并不想鼓励误用他们的亚决定性学说以支持这样的结论：当前的科学结论不是我们能从世界中得到的最合理的、得到充分支持的结论。但是，库恩和蒯因自己的意图并不能决定他们的论证事实上所确立和所暗示的东西。

科学客观性或者至少这种可能性的捍卫者所应当做的是，去瓦解不可通约性的主张。要做到这一点，人们必须攻击观察向理论化的同化，或者以非循环论证的方式将它与用观察检验理论的可能性调和起来。为了证明科学可以通过积累知识的理论变化而取得进步，我们将不得不证明不同理论间的翻译是如何可以做到的。

科学客观性的捍卫者试图调和观察向理论的同化与观察在理论检验中的持续作用，一种方式是对我们采纳的两类范畴(categories)作出区分，一类范畴是特定的项目——对象、过程、事件、现象、数据，另一类范畴是特定的分类行为本身。不同的与甚至不可通约的范畴框架(categorical framework)可以与关于实际发现的一致意见调和起来，由此使得数据记录的客观性成为可能。区分就好像是系办公室里的信箱信件格与特定的分发到这些信件格里的邮件之间的差别一样。给信箱贴上特定的标签并不预先判定什么样的邮件将会投进去。观察就好比各种邮件。对观察的描述就是一些标签，我们可以用它们对观察进行分类。假说就是这样的主张：一个范畴中的成员也将适合于另一个范畴，或者总是与另一个范畴中的成员相伴随。关于什么东西将落入一个范畴中，可能存在一致意见，因此有了一种检验假说的方法，即使此时假说是用受一种理论控制的范畴表述的，而理论本身不由落入其范畴中的东西来检验。甚至可以出现这样的情况，不同的范畴模式(categorical schemes)将实质性地交叠，因而容

许了甚至是不同范畴框架之间关于数据达成一致意见。例如，从爱因斯坦狭义相对论的范畴框架看，它可能划分出“具有质量”这一项目类别，而从牛顿理论看，也可能这样分类，只不过这两种理论所说的“具有质量”有很不同的含义。当然，当它们不再有效时，我们可以放弃范畴体系。也就是说，当形势变得难以用它们对事物作出独特的归类，或计算出来它们属于哪些信箱变得太复杂时，如果相当数量的信箱出乎意料地空置着，或者如果关于在同一时间由同样的事物填满哪些信箱没有揭示出有意义的假说，我们就可以放弃范畴体系。因此，观察可以控制理论，即使它的最基本的描述反映了先前建立的理论，因为此时即使是理论，我们也不把它们视为理论，如那些体现于常识和寻常语言中的东西。

但是，当人们思考范畴模式概念及与其相配套的实例时，一旦容许了理论控制的(theory-controlling)观察的结论，此处就导致循环论证。首先，项目并没有贴上与范畴标签相符的标签：金子的样本并没有在其上印有“金子”两字。最简单的分类行为，要求关于其他范畴的假说。把某些东西分类为金子，要求我们援引金子只溶解于王水的假说。这一假说预设了另外一组能够告诉我们王水是什么的假说。如此等等，一直到无穷。无穷是由于这样的事实：不存在如历史经验论者所认为的直接由经验定义的基本词汇水平。

第二，我们如何区分两种假说？一种是关于我们的分类中项目间相互关联的假说，如“金子是一种导体”，另一种是我们做分类时需要的关于金子和王水的假说。我们必须能够说出这些假说间的区别，如果我们想把其一付诸客观检验，而另一组仅仅由于其分类角色而不必这样做。我们不能争辩说，分类性陈述根据定义(金子＝只在王水中才溶解的东西)为真，而“金子是一种导体”这一假说是关于

世界的一个主张。如果不首先建立一种方法从经验上指出定义与事实性主张之间的区别，我们就不能做到这一点，而做到这一点还得要求另一种反对蒯因的论证。

第三，范畴模式实际上是关于世界的假说，于是整套区分瓦解了。考虑科学曾建立起来的最成功的范畴模式门捷列夫(Mendeleev)元素周期表。这是一种成功的范畴模式，因为它“庖解自然”(divides nature at the joints)。这一周期表使各元素之间的关系得到系统化，元素之间的差别由原子理论给出了。在门捷列夫提出他的范畴体系之后的那个世纪中，特别是关于原子核结构和电子壳层充填的发现，说明了门捷列夫周期表中的行和列的关系，证明了这不仅仅是一种方便的分类体系：它是关于需要进一步作出更深入说明的(已知和未知)元素间相似性与差异性的一组假说。

第四，也是最后一点，显然，特别是在基本理论或者范式的情形中，意见不一致不是关于个体实例(individual instances)的不一致，也不是关于它们应当划分到什么范畴中的不一致。毋宁说，意见不一致是关于范畴定义(definitions of categories)的不一致，范畴定义使得就分类不可能达成一致意见并且是不可妥协的：比较亚里士多德和牛顿关于什么算作“静止”的理解。分类上的差别反映了妨碍理论比较的不可通约性。

认同观察向理论的同化，同时又从它们的实例中区分范畴，这样做不能维护科学的客观性。于是，科学客观性的捍卫者将不得不从科学史中，最好是从心理学理论和数据中，寻找可抵挡的证据，来反对否定观察和理论之区分所依赖的心理学主张。这样的证据可能表明，所有人都具有某种共同的可遗传的感官范畴模式，它是通过进化塑造的，适应于科学的成功或者科学可以利用的其他资源。这必定

是已经被采纳的一条进路，特别是被自然主义者所采纳。当然，循环论证的异议依然存在：求助于心理学中的发现与理论本身，就等于采纳了一种非观察的进而是非客观的基础，然后用此基础去批评别人对客观性的反对。但是这样一来，这正是库恩及其追随者最初援引来动摇观察与理论之区分时的同样种类的证据。

客观性的此种反对者不可能两者得兼。的确，人们甚至可以指责他们的不和谐性达到了极点，因为他们声称提供反对科学客观性的论证。我们凭什么要相信这些论证？他们的论证对其结论构成一种客观基础吗？当客观性的这些反对者的论证总是循环论证时，是什么使得他们的论证和证据经受了检验？这些修辞提问并没有把争论引向深入。这在很大程度上是因为，科学客观性的反对者对使他人确信他们的观点是正确的不感兴趣。他们的辩证立场很大程度上是防御性的；他们的目标是保护智力生活的领地免受自然科学的霸权（hegemony）。为此，他们需要大声疾呼的只是它有资格作为一种“认识方式”存在。科学客观性的这些反对者，不能也不需要为比认识相对主义（epistemic relativism）更强的论题进行争辩。

因此，科学客观性的反对者最强的一张牌，是意义的不可通约性，它甚至阻断了范式和理论间的互相翻译。不可通约性意味着，从另一个理论的眼光对某一理论所做出的批评甚至是不可理解的。为了把观点传播给别人，而对那个人来说他们事先还没有建立协议，于是不可通约性学说必定为假，基于这一立场而称此学说是自我驳斥的，还是不够的。这样一种归谬法（reductio ad absurdum）对于科学客观性的反对者来说是无关紧要的事，他们的兴趣不在于使他人确信而在于捍卫他们战无不胜的观点。

代替归谬论证的一种显然吸引人的方法，是使人们注意语言哲学

中的一个基本划分：意义与所指（meaning versus reference）。所有人都会承认，意义对哲学、心理学和语言学都是一个大难题；但是，所指，或者指称（denotation），或者一个术语的外延（extension），似乎问题不大。一个词命名什么，它指什么，是某种处在世界之中的东西。与此相对照，它意味着什么，则处于言者／听者的头脑中，或者由此它是一种社会规则或约定（convention），或者关于用法的东西，或者按蒯因及其门生可能认为的，它什么都不是。因为一个术语的所指是某种在那儿的东西，不同于在这儿（指向头脑的）的东西，所以诸言者可以同意一个术语所命名的东西，而不同意此术语所指的东西。或者，当术语命名的是性质而不是事物时，如“红色的”或者“响亮的”，我们可以同意拥有这些性质的事物和事件的实例。作为“红色的”或“甜的”或“刚性的”之实例的东西，是术语“红色的”或“甜的”或“刚性的”之“外延”的成员。通过视查（inspection），我们可以同意事物是否处在“红色的”之外延中，甚至当我们不能钻进彼此的头脑中去查清楚你看起来是红色的东西在我看起来是不是红色的之时。我们可以同意，“超人”与“肯特”（Clark Kent）命名的同一人物，无需赞同这两种表达具有相同的含义［的确，像“肯特”这样的专名（proper names）没有意义］。人们可能认为，所指和外延对于语言比意义更基本、更不可或缺。进而，人们可能想以 18 世纪经验论者的方式论证说，语言不可能被学会，除非它始于那样的术语，它们只有所指或外延或诸如此类的东西。因为如果每一个术语都有——由其他词给定的——意义，对于一个孩子来说他就不可能打破意义术语的循环。为了学会语言，某些词必须以唯一可理解的方式呈现于我们面前，手段是通过了解它们指向什么，或者至少了解是什么事件刺激了他人去使用它们。

最后，有一些好的论证暗示，对科学和数学真正不可或缺的东西，不是术语的意义被给定，而是它们的所指被固定。例如，考虑任何算术真理，在其中“保所指地”代换任何一项(term)，则命题仍然保持为真。例如，当把 $3^2=9$ 解释为哥伦布(Columbus)1492 年舰队船数的平方等于棒球场上守场员的人数时，* 它保持为真。如果两位科学家能够同意术语的所指，或者同意在事物的某种配置下，例如具有质量的配置，不管是爱因斯坦式的还是牛顿式的，科学术语为真，那么他们不需要同意术语的意义，或者能否找到从术语的一种意义到另一种意义的翻译。所指上的意见一致，就足以保证科学假说、理论或者范式间的可通约性(commensurability)吗？追随赛弗勒(Israel Sheffler)的思路，某些个客观性捍卫者已经作了如此论证。

假定研究者同意一组术语“F”和“G”的所指或外延，根本不讨论它们的意义。进一步假定在这一问题上的共识引导他们同意，这些术语的外延何时交叠甚至完全等同。在后一种情况下，他们可能同意所有的 F 都是 G，甚至可以不知道“F”或“G”的意义。这样一种意义无涉的共识(meaning-free agreement)可能是比较研究者所拥护的不同理论的基础，即使当这些理论是不可通约的之时。对于由范畴——科学家关于其所指有共识——命名的对象，一组关于这些对象之间相关性的假说，可能确切地提供了那种与理论无涉的最终权威法庭，使我们能够比较相互竞争的不可通约的理论。在它们纯粹所指的解释下科学家所同意的每一种假说，将由一个或另一个不可通约的理论给出不同的意义。但是，如果作这种解释，假说是否可以从

* 哥伦布的处女航从西班牙南部港口帕洛斯(Palos)启船，时间是 1492 年 8 月 2 日，共有三艘船。——译者

待比较的理论中导出，这将是数学或者逻辑事实的一种客观的东西。演绎地蕴含那些假说——关于其术语的外延存在共识——的理论，将得到充分的支持。

用不着多费脑筋就可以认识到，有资格作为纯粹所指性的唯一假说，将是关于对象的假说，其中对象所指的共识可以非语言地，即不用言辞而用指点或者另外领会事物及性质的方式，建立起来。但是，此类假说的唯一候选者是用日常观察词汇表述的那类假说！换句话说，求助于所指只不过是一种兑换方式，又换回来了观察词汇与理论词汇的区分，而那正是我们问题的起点。看清这一点的方法是，考虑我们是如何建立一个术语的所指的。假定你想让一个不懂英语的人注意你桌子上的一个对象，比如说一个苹果。你可能说"apple"（苹果），但是你是对一个不能将"苹果"与别的东西区分开的一个非英语言者而说。假定你说"那个"或者"这个"，同时指向或者触摸那个苹果。好，那可能会奏效，但这是因为你的对话者知道什么是苹果，并对它有一个称呼。现在，假定你希望让你的对话者注意苹果的果柄，或者柄下面坏掉的棕色斑点，或者虫子从坏斑中蠕动爬出，或者柄下面的凹陷。你如何做到这一点？现在你所做的，只不过是你刚才第一次做的：你指向它并说那几个词。这就显示出所指单独工作的问题。当你说"这个"并指点时，没有办法告诉别人你所指的是什么。它可能是苹果、坏斑、坏斑的最深色部分、果柄、苹果占据的整个空间，或者你的食指附近其他大量东西中的某一个。当然，当我们有其他的描述术语时，可以具体化我们事实上所指的专门的那个东西，这也就不算个问题了。但是，这时奏效的理由当然是，这些另外的词语具有意义并且我们知道它们的意义是什么！总之，如果没有一个已经认同的意义背景，所指就无法运

作。纯粹所指是一种飘忽不定的东西。语言中唯一纯粹所指性的术语是那种指示代词“这个”、“那个”，它们也不能保证唯一所指。在语言其他地方，所指与意义的关系恰好是我们需要的对立面。保证所指则依赖于意义。这一点对用于指示不可观察的事物、过程和事件，及其只能间接探测到的性质的科学词汇特别明显。

如果意义是我们通向所指的唯一指南，并且每一个理论术语的意义都由术语在理论中所担当的角色给定，那么关于意义的理论整体论(theoretical holism)使得所指成为捍卫科学客观性问题的一部分，而不是其解答的一部分。如果理论或者范式与专门的对象在其中被分类的范畴体系完全一起出现，那么两种不同范式或者理论的倡导者将不可能就特定事物如何分类达成共识，只能把它们各自视为一个整体理论。这使得每一理论都能抵制任何可能否证它们的实验证据。因为对事件、事物、过程进行分类时，整个理论都牵扯进去了，对一个理论之反例的描述将不过是自我矛盾的事情。已知亚里士多德物理学中“静止”一词的意义，设想一下这种的观念：一个物体可以沿着直线以非零的恒定速度运动，并且没有力作用于其上，这可能吗？对于亚里士多德，运动按其本性(*ipso facto*)不是静止，要求有一持续的作用力。任何正在运动的东西都根本不可能被视为摆脱了力的影响。同理，一个爱因斯坦主义者眼中可能当作否定了牛顿质量守恒原理的东西，在牛顿主义者看来，可能根本就不把那算作具有质量。

但是，假定有一种办法恰当地作出了观察与理论化的区分，则我们至少可以原则上建立跨理论和跨范式翻译的可能。做这件事情，只会置我们于严肃地对待亚决定性问题的地位。因为数据对理论的亚决定性事实上不但预设了观察／理论之分，而且预设了竞争理论间

的可比较性。蒯因确实没有主张亚决定性的普遍性瓦解了科学的客观性，只是认为它破坏了我们关于客观性之构成的自鸣得意的理解。但是历史学家、社会学家和库恩理论的激进解说者确实已经主张，亚决定性意味着，在科学中，理论选择要么是理性的，要么仅仅相对于某种社会的、心理的、政治的或者其他视角才是理性的。

科学客观性的捍卫者需要证明，科学变化事实上是理性的，并且不只是相对于某一种观点而为理性的。他们需要证明，新数据所诱发的理论变化不是任意的，新范式的接受并不只是一种皈依体验，甚至还需要得到已废弃范式的辩护。要做到这一点，科学哲学家必须不得已地变成科学史家。哲学家必须至少像库恩一样仔细地考察历史记录，以证明在库恩及其后继历史学家所编目的“疯狂”表象之下，还存在实实在在的“方法”。也就是说，哲学家需要从历史记录中提取范式转换及理论变化的参与者实际上采用的推理、推断和论证的原则，然后去考虑这些原则作为保持客观性的东西是否能够得到证明。这是自然主义哲学家为他们自己特别设定的一项任务。他们已经开始翻阅档案、实验室记录簿、介人或大或小科学革命中的科学家的通信与论文，同时注意科学——特别是认知科学——关于人类特有的推理过程以及推理对于我们求得生存与繁荣之能力的适应性意味，可以告诉我们什么。然而如上面指出的，自然主义者必须在面对意义整体论和清晰的观察／理论划分之需求的情况下，同时认真对待直接威胁到保持客观性努力的循环论证的指责。

循环论证的指责，对于科学客观性、进步性和累积性的反对者可能提出的论证方式至关重要。他们可能坚持，设法固守传统的科学主张，不仅仅受到范式的制约，而且可能被哲学论证标准以及客观性的捍卫者所拥护的实质性哲学学说所瓦解。如果这一点正确的话，

此种状况向寻求理解科学之本性并同时想证明传统主张正确的那些人提出了一个重大挑战。这个挑战并不亚于整个哲学所面对的挑战：阐明并捍卫一种适当的认识论和语言哲学。然后要证明科学史的诸情节支持这些解释，要能够解释什么构成了知识，对世界持截然不同信念的科学家如何保证所指始终指向世界中同样的对象。如果科学哲学从库恩那里学到了一则教训，那就是，不能允许过去事实上发生在科学中的分析完全落入持有相对主义或怀疑论议程的那些人手里。

一些科学家和“科学主义”的倡导者可能会蔑视这些问题。他们可能很好地假定，如果有人不能或者不愿意做艰苦的工作去理解科学，并自以为是地认为科学不是我们拥有的对世界真理的最优逼近，那么这是他们的问题。并且，如果存在着一种宗教的、精神的、整体论的、形而上学的实在，它超越了科学可以知道的东西，这种愿望将把他们自己引向这样一种思想：科学在其真理解释中是受蒙蔽的、有偏见的，那么我们科学家要把他们从固执己见的沉睡中唤醒吗？但是科学与文明的赌注简直太大了，以至于我们不能像对待声称“地球是平坦的”那些人那样，对待否定科学客观性的那些人。

小结

社会学家及另外一些人，急于减少特别与牛顿科学相关的受蒙蔽的、有偏见的、家长式的、资本主义的以及可能是种族主义的范式的邪恶影响，他们已经把库恩的科学观作为认识论相对主义的一种版本而加以采纳。

与伦理学中的相对主义类似，认识论中的相对主义容许了他择的、相冲突的观点的可能性，没有裁定哪一个是客观正确的：没有一个是对的，或者毋宁说从某种认识观点的角度看每一个都是正确的，

并且所有观点都具有同等地位。比如对库恩的最强的社会学解释所言，科学受社会力量驱动，而不是受认知考虑的驱动。科学如其他东西一样，是一种社会建制；如果我们想理解它，这也是如何接近它的办法。

如果经验论者批评这种论证不协调，那么相对主义者则不在乎。相对主义者所要求的一切便是，使相对主义可信的一种论证，甚至不是一种可理解的论证，更不用说可以为经验论者所接受的论证了。不过，这是所有争论的结局，近些年来许多最激进的科学社会学家已经放弃了这种程度的相对主义。

对于试图恢复经验论的知识论和形而上学以及对语言的经验论解释之地位的明显招法，上面的考察明确显示，简洁的解决办法是没有的，如果我们想彻底理解科学之本性，哲学还有许多工作要做。我们的计划必须包括对范畴化(categorization)和观察的理解，既要从哲学上也要从心理学上理解。我们必须澄清意义与所指的关系，必须发展出一种适合于处理亚决定性或者能够证明它不成立的认识论，科学哲学必须投入更大精力去研究科学史。这些都是自然主义哲学的任务。

习题

1 按照库恩的观点，要成功，常规科学就必须是专制的(authoritarian)。库恩为什么会这样认为，这构成了科学的一种道德缺陷吗?

2 捍卫或者批评："我们终于搞明白了，科学只不过是另一种宗教。"

3 说明为什么认识相对主义不可能被称作真的。如果是这样的

话，这在多大程度上限制了认识相对主义学说的力量？

4 “诗歌是不可翻译的。科学不是诗歌。所以，不可通约性是假的。”请为这一观点草拟一种论证。

5 返回第一章结尾处的思考题，重新考虑一下你对它们的回答。

延伸阅读

先于库恩的影响，科学社会学中的经典文献是默顿（R. K. Merton）的《科学社会学》（The Sociology of Science）。

上一章提到的关于库恩著作的许多作品，特别是论文集，在这里也很重要。1970年以后，最激进的相对主义科学社会学著作包括：拉图尔（B. Latour）和伍尔加（S. Woolgar）的《实验室生活》（Laboratory Life）*、皮克林（A. Pickering）的《建构夸克》（Constructing Quarks）、巴恩斯（B. Barnes）的《科学知识与社会理论》（Scientific Knowledge and Social Theory）**及布鲁尔（D. Bloor）的《知识和社会意象》（Knowledge and Social Imagery）。布鲁尔和巴恩斯在20年后对原先激进的观点做了很大的弱化，这已由巴恩斯、布鲁尔和亨利（J. Henry）合著的《科学知识：一种社会学分析》反映出来。

同情于社会学进路的重要的科学哲学著作，有朗吉诺（H. Longino）的《作为社会知识的科学：科学探究中的价值与客观性》（Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry）。朗吉诺还

---

* 中译本：拉图尔、伍尔加著，张伯霖、刁小英译，《实验室生活》，东方出版社，2004年。——译者

** 中译本：巴恩斯著，鲁旭东译，《科学知识与社会学理论》，东方出版社，2001年。——译者

对女性主义科学哲学作出了贡献。

沿本章的线路，捍卫经典经验论的知识论和语言理论及实在论的科学的形而上学的文献，见于赛弗勒(I. Sheffler)的《科学与主观性》(Science and Subjectivity)。内格尔(Nagel)在《目的论再考察》(Teleology Revisited)中与阿钦斯坦(P. Achinstein)在《证据的概念》(The Concepts of Evidence)中，都反击了费耶阿本德版的理论不可通约性。劳丹(L. Laudan)在《进步及其问题》(Progress and its Problems)* 中发展了一种基于问题的对科学之本性的解释，试图吸收来自科学史的实质证据。

* 中译本：劳丹著，方在庆译，《进步及其问题》，上海译文出版社，1991年。劳丹著，刘新民译，《进步及其问题》，华夏出版社，1990年第一版，1999年第二版。——译者

术　语　表

以下每条术语在正文首次引入时，均以黑体标出。

***a priori* 先验(的)，验前(的)，先天的**　先验真理可以不用经验就能认识，即其辩护不要求关于世界如何安排的知识。例如，2是一个偶数，这个命题可以先验地知道。注意，我们可以通过经验而变得了解先验真理。但是经验并不是为其辩护的东西。

***a posteriori* 后验(的)，验后(的)，后天的**　它是先验的(a priori)反义词。一个命题是后验的，当且仅当它的辩护只能由经验给出。

analytic truth 分析真(理)　命题只根据其词语的含义为真：例如，“所有单身汉都是未婚男子。”分析命题可以先验地知道(见a priori)。追随蒯因的哲学家，怀疑我们能够区别分析真与根据经验或者行为检验的某种句法真(synthetic truths，见后面)。

antirealism 反实在论　对科学实在论(scientific realism)的否定。根据反实在论，相信科学理论中不可观察项目(items)在本体论(ontology，见后面)意义上实际存在，是没有道理的，我们应当对理

论采取一种工具主义(instrumentalist，见后面)的态度，把理论当作启发性装置。

axiomatic system 公理系统 一组公理及其经演绎逻辑证明的逻辑后承。一个命题是公理系统中的一个公理，如果它在系统中是被假定的而不是被证明的。一个命题是公理系统中的一个定理，如果它是在公理系统中由公理通过逻辑演绎证明的。例如，欧几里得几何从五个公理出发，能够导出所有的定理。理论(theories，见后面)的句法解释认为，理论是公理系统。

Bayesianism 贝叶斯主义 概率的一种解释，认为概率是信念度，或者打赌的赔率，是科学家的纯粹主观的状态，并且概率不是世界中事件序列的性质。贝叶斯主义者采用这一种概率概念想要说明科学家使用数据检验假说，并为此辩护。

boundary conditions 边界条件 对特定事实的描述，按照说明的D-N模型，它与定律一起说明特定的事件、状态或者事实。也称作“初始条件”(initial conditions)。例如，在对“泰坦尼克”号沉没的说明中，船以特定的速度撞到特定尺度的冰山这一事实构成了边界条件。

causation 因果性 宇宙中的事件、状态、过程之间一种关系，科学设法去揭示它，对它的说明报告这种关系，而对它的预测提供了对其说明的检验。根据经验论的因果分析，追随休谟的解释，因果联结是偶适的(contingent，见下面)，由规则性的实例构成，在原因和结果之间不存在真实的必然性联结。普遍认为，因果序列不同于偶然序列，反事实条件句(counterfactual conditionals，见下面)反映了这一事实。

***ceteris paribus* clause 其余情况相同从句** 源于拉丁语，指“其他

情况相同”。它是对“如果P则Q”之概括的一种限定，反映了这样一种事实，除了P外的其他条件也必须成立，才能保证Q成立。因此，擦一根火柴，然后火柴就会点燃，但是除了摩擦外只有加上“其余情况相同”的限定，如氧气存在、火柴没湿、没有强风吹过等条件，才能保证点燃。

constructive empiricism 建构经验论 范弗拉森提出的一种主张，认为理论或者真或者假(实在论)，但是我们不知道谁真谁假，因而应当完全以它们在使观察系统化方面的启发价值为基础来接受它们或者拒斥它们。

contigent truth 偶适真(理) 一个命题的真(理)依赖于事物在自然中的实际面目，不仅仅依赖于不通过经验我们就可以知道的纯逻辑的或者其他的根据。与必然真(理)相对照。例子：正常人有46条染色体(也许他们可以有48条或者44条)。

counterexample 反例 识别出一个或者多个事项，它(们)的存在与某种命题不相容，因而是对命题真理性的一个反例。因此，一个有限质量的粒子以比光速还快的速度运动，是原理“任何东西都不能比光运动得更快”的一个反例。一个反例不足以反驳一种概括。

counterfactual conditional 反事实条件句 指一类命题，其语法形式为“假如P是(were)那种情形，则Q可能是(would be)某种情形”，与陈述条件句“如果P是(is)那种情形，则Q是(is)某种情形”相对照。当一个反事实条件句为真时，即使前件和后件(P和Q)中包含的句子皆为假，则表明，两个句子P和Q报告了由原因与结果联系起来的事实，或者由定律联结起来的事实。

covering law model 覆盖律模型 见 deductive-nomological model of explanation(说明的演绎-律则模型)。

deductive-nomological (D－N) model of explanation 说明的演绎-律则(D－N)模型 指对说明(explanation)概念的一种精释(explication，见下面)，它要求每一说明都是一种演绎论证，至少包含一个定律，经验上是可检验的。

deductively valid argument 演绎有效论证 指一种论证，如果前提真，结论必定真。例如，任何形如"若 p 则 q，有 p，故 q"的论证都是有效的。对于有效的论证，论证的前提不必是真的。例如，"所有狗都是猫，所有猫都是蝙蝠，所以所有狗都是蝙蝠。"它是有效的。因为有效性保持真值，所以是重要的：在一则有效论证中，如果前件为真(当然它们可以为假)，那么结论保证是真的。

disposition 素质，倾向，品性 某物只在某种特定条件下才展现出来的特征(trait)。因此，玻璃具有易碎的品性，即从一定高度掉到一个表面或者某种硬物上它就破碎。经验论者认为，品性只在存在着潜在的可以实现它们的性质时才能成立。玻璃由于其组成材料的分子结构，即使它从未破碎，它也是易碎的。对于没有可以说明它们之潜在结构的品性，经验论者持怀疑态度。

empiricism 经验论，经验主义 指一种认识论观点：所有非分析真(non-analytic truths，见上面)的知识，都由经验加以辩护。

epistemic relativism 认识相对主义 认为除了相对于一种观点外，不存在可知的命题，因此除了相对于某些观点的认识外不存在真理。与任一种观点有联系的认识论，从另外一种观点看，都没有根据。

epistemology 认识论 哲学的一个分支，考察知识的本性、限度和辩护，也称作"知识论"(theory of knowledge)。我们是否可以拥有关于不可观察事物的知识，就是一个认识论问题。可与形而上学(metaphysics)比较。

exemphar 范例　库恩采用的一个术语，用来刻画常规科学(normal science)下关于具体求解一个谜题(puzzle)的标准教科书示例(example)，或者刻画实验室设备中的一个专门的部件及正确使用它的有关规则。

explanandum **(复数 *explananda*) 被说明句**　在一项说明(explanation)中，描述何者被说明的语句。

explanans **(复数 *explanantia*) 说明句**　对某个事实之说明所构成的语句。

explication (rational reconstruction) 精释(合理重构)　对来自寻常语言中的词语的重新定义。它提供必要且充分的条件，取代了含糊的、不精确的含义，于是消除了含糊性和无意义性的威胁。这种哲学分析方法是由逻辑经验论者倡导的。例如，D-N 模型精释了寻常的"说明"(explanation)概念。

falsification 证伪　通过发现反例(counterexample，见上面)来解证一个命题是错误的。波普尔认为，科学的目的就是证伪假说，构造出新的假说，并将它付诸证伪，因为证实科学定律(scientific laws，见下面)是不可能的。如果命题只能采用辅助假说(auxiliary hypotheses)才能被检验，则严格的证伪是不可能的，因为被证伪的是辅助假说集和处于检验中的假说的总体，而不是其中某个特定的命题。

holism 整体论　指这样一种学说：科学假说与用于检验的经验每次并非一对一地相遇，而是以更大的单元组对组的方式相遇，于是证伪并不能动摇一个特定的命题(见 falsification)，而确证(confirmation)也不能唯一地支持诸命题中的某组特定的命题(见 underdetermination)。

hypothetico-deductivism 假说-演绎主义　指这样一种观点：先假

定某种普遍命题成立，从中导出可观察的结果，检验这些结果，以便间接地确证这些假说，科学就是通过这种方式而前进的。当一个假说因为其对观察的预言没有兑现而被否定时，科学家就寻求修正的假说或者全新的假说。

incommensurability 不可通约(性) 一种理论或范式(paradigm)到另一种理论或范式的假定的不可翻译性(untranslatability)。如果范式或理论是不可通约的，那么它们之间不存在还原(reduction，见下面)的可能性，并且从一种转移到另一种，在说明能力上无所谓纯粹的得或失。

inductive argument 归纳论证 在这种论证中，前提支持结论，但并不能保证结论为真，这与演绎论证形成对照。例如，太阳在过去已经升起很多天了，它构成一个很好的理由使我们相信它明天还会升起，但是这个理由并不能使太阳将升起这件事成为逻辑上的必然。

inductive-statistical (I-S) model of explanation 说明的归纳-统计(I-S)模型 对演绎-律则模型的一种改造，以适应于那些采用了概率性概括而非严格定律的说明。概率性定律并不能演绎地决定它们所说明的事件，因此这样的模型与D-N模型截然不同。

inference to the best explanation 达到最佳说明的推论 指科学中运用的一种论证形式：如果假设它之存在能够最好地说明观察，那么基于这样的理由可推断出不可直接观察或者不可探测之机制的存在性。类似的推理模式试图建立科学实在论(scientific realism，见下面)，理由是，惟有当前科学理论的近似真理，才能说明科学的技术成功。

initial conditions 初始条件 见 boundary conditions(边界条件)。

instrumentalism 工具主义 这种观点认为，科学理论应当被当作

组织我们的经验并对经验做出预测的启发性装置、工具，但是理论关于不可观察事物、性质、过程和事件的主张，不应当在字面上理解为真的或假的。

logical empiricism 逻辑经验论，逻辑经验主义 逻辑实证论（logical positivism，见下面）的同义词。这个哲学学派与英国经验论者洛克、贝克莱和休谟有渊源关系。

logical necessity 逻辑必然（性） 一个命题是逻辑必然的，如果它的真只来自于逻辑法则，或者其否定是自相矛盾的。例如，"二是一个偶数"就是逻辑必然的。

logical positivism 逻辑实证论，逻辑实证主义 20世纪上半叶的一个哲学学派，试图把经验论与逻辑的新进展结合起来，以表明所有重要的哲学问题皆可被证明是语言学的问题，通过分析、精释（explication，见上面）或语言的合理重构而得到解决。逻辑实证论者追随经验论者，认为只有有意义的术语和陈述才指向经验可以证实的东西，由此有他们的"意义性的证实论判据"（verificationist criterion of meaningfulness）。

long-run relative frequency 长远相对频率 概率的一种解释，按照这种观点，"长远"看来，即抛掷次数无限增加的情况下，一种结局（比如说掷硬币得到反面）的概率等于这种结局（反面）发生的总次数除以试验（所有的掷硬币活动）的总次数。

metaphysics 形而上学 哲学的一个分支，它考察宇宙中存在的事物的基本种类。例如，"存在不可观察的事物吗"这样的问题，就是一个形而上学问题。可比较 epistemology（认识论）。

model 模型 对支配自然过程之规则性的一种有意识简化的描述。或者指系统的一种定义，这系统通常是一种数学系统，有时指

从更一般的、理想化或简化程度不够的理论中推导出来的系统，但有时也指独立于任何理论而发展起来的系统。亦见 semantic approach to theories（理论的语义进路）。

natural kind 自然种类 一个形而上学（metaphysics，见上面）概念。与人造种类（artificial kind）相对照。自然种类是指状态、事件、过程或者事物的一种类型，其存在性独立于我们的分类旨趣。因此，自然种类是包括进自然定律（natural laws，见下面）中的那些东西。“州议会大厦”是一个人造种类，而“酸”是一个自然种类。

natural law 自然定律 实际支配着自然过程的一种规则性，科学设法揭示它。定律通常被认为具有条件句的形式“如果 a 则 b”或者“所有的 a 都是 b”。自然定律通常被认为是因果关系背后真实的非同寻常的规则性。见 scientific law（科学定律）。

naturalism 自然主义 这种哲学观点认为，自然科学的发现与方法是探究哲学（特别是科学哲学）的最佳指导。自然主义拒斥这样的主张：哲学为科学提供了一种先验的基础。相反，它认为应当尝试采用自然科学的理论解决哲学问题。自然主义者特别希望从达尔文进化论中为哲学推导出洞见。

necessary truth 必然真（理） 命题的真理性不依赖于关于世界恰巧发生方式的任何偶适事实（contingent fact），却反映了事物可能安排的唯一方式。与偶适真（理）（contingent truth）相对照。例如“2 是一个偶数”就是一个必然真理。

necessity 必然性 见 logical necessity（逻辑必然性）和 physical necessity（物理必然性）。

normal science 常规科学 指范式的表达（articulation），其中科学家的任务是，用范式解谜。未能解决谜题是科学家的过错，而不是

范式的过错。持续不能解决一个谜题，它就变成了一种反常(anomaly)，并可能引发一场革命，终结范式的霸权。

normative 规范(性)的 与规范(norms)有关，指事物应当成为的样子，因而涉及价值、道德、伦理、政策的领地。与“实证的”(positive)或者“描述的”(descriptive)——指事物实际表现的样子——相对。

ontology 本体论 即形而上学，研究存在的事物的基本种类。在科学哲学中，指更狭义的用法，一个理论的本体论是指理论所承诺存在的事物种类。因而，牛顿力学承诺，质量是一种存在，它是事物的一种内在性质。爱因斯坦力学承诺，质量是事物及其参考系间的一种关系性质。

paradigm 范式 库恩采用的一个术语，用来刻画一种科学传统，包括它的理论、教科书习题与解答、它的设备、方法论及其科学哲学。范式控制着常规科学(normal science，见上面)。这个术语已经一般用来描述一种世界观。

partial interpretation 部分解释 可比较 scientific realism(科学实在论)。

physical necessity 物理必然性 一个命题是物理必然的，如果它是一条自然定律，或者它的真理性源于自然定律。因此，这是物理必然的：纯钚的量在质量上不可能超过100000千克，因为物理定律告诉我们早在它到达这个质量之前，它就爆炸了。

positivism 实证论，实证主义 见 logical positivism(逻辑实证论)。

pragmatics 语用学 对影响到意义和表达(utterance)成功的交流语境(context)的研究。通常认为，说明的演绎-律则模型忽视了语用

维度，而我们用语用维度可以测度所要求、所提供的说明是否成功，但D－N模型倾向于对逻辑和意义作纯粹的非语用解释。

prior probability 先验概率，验前概率 在贝叶斯的概率解释中，先验概率是某些新证据获得之前指派给一个假说的打赌赔率，新证据可以通过贝叶斯定理改变先验概率的值。根据贝叶斯主义的理解，科学家一开始可以给先验概率指派任何一个数值。如果一定的条件成立，只要科学家运用贝叶斯定理，指派给假说的概率最终会收敛到正确的数值上去。

probabilistic propensity 概率倾向 某种东西不得不以一定的频率展示出某种行为的品性(disposition，见前面)。例如，铀原子有放射出 α 粒子的概率倾向。此种倾向是神秘的，因为展现它们的体系中不存在的潜在性质，可用来进一步说明问题中行为的频率。比较磁体的品性，它可以用电子的定向来说明；或者易碎性的品性，它可以用化学结构来说明。但没什么能够说明铀原子以一定频率放射出 α 粒子的品性。

probability 概率 指某个命题为真的主观信念度[贝叶斯打赌赔率(Bayesian betting odds)，见上面]，或者指在一定条件下某事件发生的长远相对频率(天气报告的概率)，或者指一个给定事件发生的纯粹可能性[物理学中的概率倾向(probabilistic propensity)，见上面]。针对这三种概率的定义，都分别存在相关的哲学问题。

projectable 可投射的 一个术语或者谓词(predicate)的性质，它命名了一个自然种类(natural kind，见上面)，并且此性质可以包括在自然定律中。这个词是古德曼在处理“格路”(grue)和“伯力”(bleen)问题时杜撰的。

realism 实在论 见 scientific realism(科学实在论)；antirealism(反

实在论)。这个术语也用于描述柏拉图及其追随者的立场:数作为抽象的专门对象是实在的,诸如红的(being red)、红色(redness)之类的性质独立于它们的实例(instances)——特别是红色的东西(red things)——而存在。

reduction 还原 同一领域中不太普遍的与较普遍的理论间的一种关系,这种关系使得较普遍的理论能够说明不太普遍理论的(近似的)真理,办法通常是从较普遍理论的定律中逻辑导出不太普遍理论的定律。因而,人们可以说牛顿力学能够说明开普勒行星运动定律,即前者可以还原后者。如果诸理论是不可通约的(incommensurable,见上面),则还原就不成立。

scientific law 科学定律 我们对自然定律的最优估计。例如,牛顿关于引力的平方反比定律长期以来被认为描述了处处永真、永远为真的非同寻常的规则性,因此构成了一条自然定律。

scientific realism 科学实在论 这种观点认为理论科学的主张必须被视为字面上(literally)真的或者假的,如果我们接受一个理论为真,就承诺它的本体论(ontology,见上面)上的存在性,即它说的事物是存在的,即使我们不能探测到它们。可比较 antirealism(反实在论),instrumentalism(工具主义)。

semantic approach to theories 理论的语义进路 主张理论不是公理系统[句法进路(syntactic approach),见下面],而是模型的集合。它是对有着或多或少现实应用的相对简单的系统的定义。关于构成理论的模型是否反映某种说明其应用的潜在的机制,语义进路保持中立态度。

strong program in the sociology of science 科学(知识)社会学中的强纲领 企图追踪科学变化的本性,但不是依据某些理论是真的或者比

其他理论更逼近真的事实。这一纲领受到下述观念的激发：因为如库恩所指出的，在科学革命中有得也有失，认识论的考虑不可能说明何种理论取胜，所以要说明他们为什么这样做，应当求助的因素，与说明某种理论何以失败的因素，并没什么不同。

syntactic approach to theories 理论的句法进路 主张理论是公理系统，其中经验概括通过从理论定律的推导而得到说明。

synthetic truth 综合真(理) 命题的真至少在一定程度上是根据关于世界的偶适事实。因此，“有一些卫星围绕着木星转”是一个综合真理。根据经验论(empiricism，见上面)的理解，综合真理不可能被先验地认识。

teleological explanation 目的论说明 通过识别试图达到的目的、目标或者结果来说明某种事实、事件、过程、状态或者事物。因为实现一个目标通常是在后来才达到，有时根本不能实现，所以此种说明似乎不可能是因果的，因此是可疑的。

testability 可检验性 命题是可检验的，如果有关观察的明确结果可以从中推断出来并可以与观察相比较。逻辑实证论者那时候要求，所有有意义的命题都是可检验的。后实证论哲学家已经接受，单个命题本身不可能是可检验的。

theory 理论 见 semantic approach(语义进路)，和 syntactic approach(句法进路)。

underdetermination 亚决定性，不完全决定(性) 有人认为数据不能完全决定理论，对于一定量的观察数据，即使是所有的观察数据，都可以建构出不止一个能够系统化、预测和说明这些数据的理论，以至于数据并不能决定哪一个理论为真。

verification 证实 通常通过观察来建立一项主张的真理性。

实证论者拥护证实论(verificationism)的意义理论(theory of meaning),按照这种意义理论,一个命题是有意义的,当且仅当它是可证实的(verifiable)。

参考文献

Achinstein, Peter (1967) The Concepts of Evidence, Baltimore, Johns Hopkins University Press.

Achinstein, Peter (1983) The Nature of Explanation, Oxford, Oxford University Press.

Achinstein, Peter (1988) "The Illocutionary Theory of Explanation", in Joseph Pitt (ed.), Theories of Explanation, Oxford, Oxford University Press.

Allen, C., Bekoff, M., and Lauder, G. (1998) Nature's Purposes, Cambridge, Mass., MIT Press.

Ayer, A. J. (1961) "What is a Law of Nature", in The Concept of a Person, London, Macmillan.

Barnes, Barry (1974) *Scientific Knowledge and Social Theory*, London, Routledge.

Barnes, Barry, Bloor, David, and Henry, John (1996) *Scientific Knowledge: A Sociological Analysis*, Chicago, University of Chicago Press.

Beauchamp, Tom L., and Rosenberg, Alex (1981) *Hume and the Problem of Causation*, Oxford, Oxford University Press.

Berkeley, George (1710) *Principles of Human Knowledge*.

Bloor, David (1974) *Knowledge and Social Imagery*, London, Routledge.

Boyd, B., Gaspar, P., and Trout, J. D. (1991) *The Philosophy of Science*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Braithwaite, Richard B. (1953) Scientific Explanation, Cambridge, Cambridge University Press.

Burtt, Edwin A. (1926) The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science, London, Routledge.

Butterfield, Herbert (1965) The Origins of Modern Science, New York, Free Press.

Carnap, Rudolph (1952) The Continuum of Inductive Methods, Chicago, University of Chicago Press.

Cartwright, Nancy (1983) *How the Laws of Physics Lie*, Oxford, Oxford University Press.

Churchland, Paul, and Hooker, Clifford (eds) (1985) Images of Science: Essays on Realism and Empiricism, Chicago, University of Chicago Press.

Cohen, I. Bernard (1985) The Birth of a New Physics, New York, Norton.

Conant, James B. (1957) Harvard Case Histories in the Experimental Sciences, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Curd, Martin, and Cover, Jan A. (1997) Philosophy of Science: The Central Issues, New York, Norton.

Darwin, Charles (1979) *On the Origin of Species*, New York, Avenel.

Dawkins, Richard (1986) *The Blind* Watchmaker, New York, Norton.

Duhem, Pierre (1954) *The Aim and Structure of Physical Theory*, New York, Doubleday.

Feyerabend, Paul (1975) Against Method, London, Verso.

Feynman, R. (1984) QED: The Strange Theory of Light and Matter, Princeton, Princeton University Press.

Fine, Arthur (1986) "The Natural Ontological Attitude", in The Shakey Game, Chicago, University of Chicago Press.

Glymour, Clark (1980) Theory and Evidence, Princeton, Princeton University Press.

Goodman, Nelson (1973) (first published 1948) Fact, Fiction and Forecast, 3rd edn, Indianapolis, Bobbs-Merrill.

Gutting, Gary (1980) Paradigms and Revolutions, Notre Dame, University of Notre Dame Press.

Hempel, Carl G. (1965) *Aspects of Scientific Explanation*, New York, Free Press.

Hempel, Carl G. (1988) "Provisos", in A. Grünbaum and W. Salmon (eds), The Limitations of Deductivism, Berkeley, University of California Press.

Hoefer, C., and Rosenberg, A. (1994) "Empirical Equivalence, Underdetermination and Systems of the World", Philosophy of Science 61: 592—607.

Horwich, Paul (1982) Probability and Evidence, Cambridge, Cambridge University Press.

Horwich, Paul (1993) *World Changes: Thomas Kuhn and the Nature of Science*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Hume, David (1888) A Treatise of Human Nature, Oxford, Oxford University Press.

Hume, David (1974) *Inquiry Concerning Human Understanding*, Indianapolis, Hackett.

Jeffrey, Richard (1983) The Logic of Decision, Chicago, University of Chicago Press.

Kant, Immanuel (1961) The Critique of Pure Reason, London, Macmillan.

Kitcher, Philip (1995) The Advancement of Science, Oxford, Oxford University Press.

Kneale, William (1950) Probability and Induction, Oxford, Oxford University Press.

Kuhn, Thomas S. (1957) The Copernican Revolution, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Kuhn, Thomas S. (1977) The Essential Tension, Chicago, University of Chicago Press.

Kuhn, Thomas S. (1996) The Structure of Scientific Revolutions, 3rd edn, Chicago, University of Chicago Press.

Latour, Bruno, and Woolgar, Steve (1979) Laboratory Life, London, Routledge.

Laudan, Larry (1977) Progress and its Problems, Berkeley, University of California Press.

Leibniz, G.W. (1981) New Essays on Human Understanding, Cambridge, Cambridge University Press.

Leplin, Jarrett (ed.) (1984) *Scientific Realism*, Berkeley, University of California Press.

Leplin, Jarrett (1988) A Novel Argument for Scientific Realism, Oxford, Oxford University Press.

Leplin, J., and Laudan, L. (1991) "Empirical Equivalence and Underdetermination", Journal of Philosophy 88: 449—72.

Lewis, David (1974) Counterfactuals, Oxford, Blackwell.

Lewis, David (1984) "Causation", in Philosophical Papers, vol. 2, Oxford, Oxford University Press.

Lloyd, Elizabeth (1987) *The Structure of Evolutionary Theory*, Princeton, Princeton University Press.

Locke, John (1690) Essay on Human Understanding.

Longino, Helen (1990) Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry, Princeton, Princeton University Press.

Mach, Ernst (1906) The Analysis of Sensation.

Mackie, John L. (1973) Truth, Probability and Paradox, Oxford, Oxford University Press.

Mackie, John L. (1974) The Cement of the Universe, Oxford, Oxford University Press.

Merton, Robert K. (1973) The Sociology of Science, Chicago, University of Chicago Press.

Mill, John S. (1843) A System of Logic.

Miller, Richard (1987) Fact and Method: Explanation, Confirmation and Reality *in the Natural* Sciences, Princeton, Princeton University Press.

Nagel, Ernest (1977) Teleology Revisited, New York, Columbia University Press.

Nagel, Ernest (1979) The Structure of Science, Indianapolis, Hackett.

Nagel, Ernest, and Newman, James R. (1954) Gödel's Proof, New York, State University of New York Press.

Newton-Smith, William (1981) *The Rationality of Science*, London, Routledge.

Pickering, Andrew (1984) *Constructing Quarks*, Chicago, University of Chicago Press.

Pitt, Joseph (ed.) (1988) *Theories of Explanation*, Oxford, Oxford University Press.

Popper, Karl R. (1959) *Logic of Scientific Discovery*, New York, Basic Books. (First published in German, 1935.)

Popper, Karl R. (1984) *Objective Knowledge*, New York, Harper and Row.

Quine, Willard V. O. (1951) *From a Logical Point of View*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Quine, Willard V. O. (1961) *Word and Object*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Railton, Peter (1988) "A Deductive-Nomological Model of Probabilistic Explanation", in Joseph Pitt (ed.), *Theories of Explanation*, Oxford, Oxford University Press.

Reichenbach, Hans (1938) *Experience and Prediction*, Chicago, University of Chicago Press.

Reichenbach, Hans (1951) *The Rise of Scientific Philosophy*, Berkeley, University of California Press.

Rosenberg, Alex (1985) *The Structure of Biological Science*, Cambridge, Cambridge University Press.

Rosenberg, Alex (1992) *Philosophy of Social Science*, Boulder, Westview.

Salmon, Wesley (1966) *The Foundations of Scientific Inference*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.

Salmon, Wesley (1984) *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press.

Salmon, Wesley (1988) "Statistical Explanation and Causality", in Joseph Pitt (ed.), Theories of Explanation, Oxford, Oxford University Press.

Salmon, Wesley (1989) Four Decades of Scientific Explanation, in Wesley Salmon and Philip Kitcher, *Scientific Explanation*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science 13, Minneapolis, University of Minnesota Press.

Salmon, Wesley, and Kitcher, Philip (1989) Scientific Explanation, Minnesota Studies in the Philosophy of Science 13, Minneapolis, University of Minnesota Press.

Savage, Leonard (1972) Foundations of Statistics, New York, Dover.

Shapere, Dudley (1964) "Review of Structure of Scientific Revolutions", *Philosophical Review* 73: 383—94.

Shapin, Steven (1996) The Scientific Revolution, Chicago, University of Chicago Press.

Sheffler, Israel (1976) Science and Subjectivity, Indianapolis, Bobbs-Merrill.

Smart, J. J. C. (1968) Between Science and Philosophy, London, Routledge.

Spector, Marshall (1968) Concepts of Reduction in Physical Science, Philadelphia, Tempel University Press.

Stove, David C. (1967) Hume, Probability and Induction, Oxford, Oxford University Press.

Suppe, Fredrick(ed.) (1977) The Structure of Scientific Theories, Urbana, University of Illinois Press.

Thompson, Paul (1989) *The Structure of Biological Theories*, Albany, State University of New York Press.

Tooley, Richard M. (1987) Causation: A Realist Approach, Oxford, Oxford University Press.

van Fraassen, Bas (1980) *The Scientific Image*, Oxford, Oxford University Press.

van Fraassen, Bas (1988) "The Pragmatic Theory of Explanation", in Joseph Pitt (ed.), *Theories of Explanation*, Oxford, Oxford University Press.

Westfall, Richard (1977) *The Construction of Modern Science*, Cambridge, Cambridge University Press.

Wright, Larry (1976) *Teleological Explanation*, Berkeley, University of California Press.

根与芽同样重要

——罗森堡《科学哲学》译后记

一

罗森堡(Alex Rosenberg，1946～　)的《科学哲学》是一部反映当代英美科学哲学教学水准、关注真正哲学问题而非不断“转向”的简明教材，难度适中，取舍得当。如作者所暗示的，它想成为亨普尔的大师级简明教程《自然科学的哲学》的升级版。在我国它适合作为综合性大学哲学系或者理工科院校自然辩证法相关领域“科学哲学”课程的教科书使用。

它是劳特利奇(Routledge)出版公司的首批8种哲学导论系列教程之一，另7种为《认识论》、《伦理学》、《形而上学》、《艺术哲学》、《语言哲学》、《心灵哲学》和《宗教哲学》，差不多囊括了中国哲学界的8个二级哲学学科。此系列教程属于“进阶”读物，要求学生修过哲学导论，但不要求具备专门知识，通过这些课程希望能够提高学生的哲学理解水平，为进入专业阅读和研究打下基础。如原丛书主编莫泽(Paul K. Moser)所言，这些教程的基本目的是向学生阐述该分支学科的主要问

题、立场和当代的哲学论证，不要求学生相信某个单一的立场。

相对于具体的结论，论证可能更重要，罗森堡的这部书体现了这一点。这也是要译出它的一个重要原因。客观地或者批判性地考察科学之本性，是科学哲学的重要使命。科学哲学家要尊重科学事实和科学家的意见但不能"惟科首是瞻"，哲学工作有相对独立性，有独立的评价标准，其中"论证"是极为重要的方面，论证要追求可信性与逻辑一致性。哲学家不要试图让他人以为自己像个哲学家，科学哲学家也不必在意科学家是否把自己当作一名称职的科学哲学家。无论怎样做，一些科学家总会表示不满。1987年英国《自然》杂志上发表一篇评论，刊登了四位"真理的背叛者"的照片，他们是科学哲学家波普尔、拉卡托斯(Imre Lakatos，1922～1974)、库恩和费耶阿本德。文章肤浅地谴责了这些哲人给科学带来的"深重而又广泛的灾难"。这四位科学哲学家的科学哲学观点是很不相同的，但都荣幸地得到两位英国物理学家作者的"一勺烩"——认为统统都是对科学的不敬。* 从中也可以看出，强大的也同时是脆弱的。本来科学够强大的，"几个学院派哲学家的怀疑，对于庞大的、结构森严的科学来说，永远也构不成什么真正的威胁。"**那么怎样做才能让科学家满意呢？值得指出的是，这四人中前两者一般被认为对科学还是相当敬重的，甚至被部分学者斥为做得过头了。我还要特别指出，本书的作者1993年曾荣获过拉卡托斯科学哲学奖。***

---

* 参见霍根著，孙雍君等译，《科学的终结》第二章，远方出版社，1997年。其中《自然》杂志文章见：T. Theocharis & M. Psimopoulos, *Nature*, Vol. 329, Oct.15, 1987, pp.595—598。

** 霍根，《科学的终结》，第49页。

*** 拉卡托斯科学哲学奖由伦敦经济(与政治)学院(London School of Economics and Political Science，简称LSE)每年颁发一次，历届获奖者为：Bas van Fraassen 和 Hartry Field (1986), Michael Friedman 和 Philip Kitcher (1987), Michael Redhead (1988), John Earman (1989), Elliott Sober (1991), Peter Achinstein 和 Alexander Rosenberg (1993), Michael Dummett (1994), Lawrence Sklar (1995), Abner Shimony (1996), Jeffrey Bub 和 Deborah Mayo (1998), Brian Skyrms (1999), Judea Pearl (2001), Penelope Maddy (2002), Patrick Suppes (2003), Kim Sterelny (2004), James Woodward (2005)。

本书作者当然没有那两位科学家那么极端，特别是他宽容了库恩（见最后一章），认为他的动机并非想推翻科学的客观性。但是他并没有宽容费耶阿本德以及布鲁尔等人。可是，费耶阿本德、布鲁尔的动机与库恩的动机也许没有本质的差别。

二

科学技术是我们这个时代引人注目的事物，发展科学和传播科学既是国家的需求也是人民的需求，由于科技有如此重要的地位，学术界对它们自然不敢怠慢。把科学作为对象进行全面探索可称之为科学技术元勘（science and technology studies），如果把一线在岗科学家的研究算一阶研究的话，它就是二阶研究，它包括许多侧面或子学科。美国国家科学基金会建立了“科学、技术与社会研究计划”，提供有关科学和技术的历史、哲学、伦理学、社会学、心理学或者人类学的博士后奖学金，以及这方面研究工作的“专业发展基金”。* 其中对科学的二阶考察要早于、多于对技术的二阶考察。对于科学而言，最成熟的有三个子学科：科学哲学、科学史和科学社会学。这三者中，科学哲学又是最成熟的，在美国许多大学都开设科学哲学课程。印证成熟性的另一个重要标志是，关于科学哲学已经出版过许多不错的教材，这是其他子学科无法比肩的。

但是科学哲学课堂上应当讲些什么，怎么讲，哪些是最基本的必须讲授的内容，一部普通的科学哲学教材要包含哪些内容，似乎没有权威性的要求，但稍调查国外的情况，发现还是有一些规律：1）一般

---

* 参考默顿著，范岱年译，《十七世纪英格兰的科学、技术与社会》中文版前言，商务印书馆，2000年，第23页。

来说侧重经典，兼顾当代发展。2)轻结论，重论证。3)阅读量较大，一般要求学生课后阅读大量原始文献，课堂上安排讨论。而这几点恰是国内较弱的方面。我们的学生目前也不适应大量的课后阅读和课上讨论。

科学哲学教科书的写法也多种多样，有以问题为主线的，有以人物为主线的，有以学派为主线的等等。有的只写狭义的科学哲学，不讨论科学的外部关系，有的则写广义的科学哲学，把科学社会学、文化学的内容也算作科学哲学的一部分。另外，对本科生与研究生科学哲学课程要求也不一样，教材上也有差别，研究生可能更倾向于阅读、讨论经典原始论文或者前沿动态。除了采用现成的科学哲学教科书外，使用任课教师临时编辑的影印材料包(Pack)的较多，第三类是使用正式出版的文集，一般为经典论文选集。

三

众所周知，科学哲学在20世纪发展壮大，但也几乎是在20世纪走向了衰落。到了1990年代，在世界范围内，学者们对科学哲学的许多基本问题几乎难以达成共识(这未必是坏事)。在国内，1980年代初科学哲学在中国高校刚引入，繁荣了一段，这期间翻译了不少著作，包括可用的教材。石里克、波普尔、库恩、拉卡托斯等人的一些科学哲学著作也陆续翻译出版。但是好景不长，到了1990年代，译介的速度明显减慢(偶有一些重量级的著作被译出，如内格尔的《科学的结构》)，并且已经许久没有一部合适的科学哲学教程了。早年翻译的亨普尔的《自然科学的哲学》与查尔默斯的《科学究竟是什么》曾作为教材使用过一段，但毕竟那是1960年代、1970年代中期的作品。目前，后者英文与中文已出第三版，内容有增补。1998

年邱仁宗教授译出哈雷的《科学哲学导论》(辽宁教育出版社); 2000年张莹译出法国“观点”丛书中布鲁诺·雅罗森的《科学哲学》(北京大学出版社)。两书虽各有特色，但都不太适合作教材使用(在西方虽然也当教材用过)。最近译出的波塞尔(H. Poser)的《科学：什么是科学》，是一部不错的教材，也更适合于有了一定基础后回过头来反省这门学科时阅读。

基于以上考虑，首先从教学的角度，我们想到要译出罗森堡这部教程。它讨论的问题范围仍然属于狭义的科学哲学，而这恰是近些年国内科学哲学教学重视不够的方面。如果说此书有什么特点的话，可能就体现在它以经验论为主线，坚持以对“问题”的“论证”的方式讲解科学哲学，注重概念的知性张力(如寻求反例从而发展理论，一般不讲辩证法)，这也是分析哲学的常规工作方式。读读这部书，有助于了解当代科学哲学的基本状况。对社会上更广大的科学哲学爱好者，此书作为一种入门，有助于人们了解科学的方法和本性。再一个考虑是，科学哲学在衰落之中，有些人错误地以为不必再理会科学哲学。这的确是大错特错的认识。即使科学哲学的许多理论目前受到挑战和批判，它仍然是科学元勘中最成熟者，现在的研究也足够国人消化许多年。

不过，一般意义上“了解科学之本性”，仅靠狭义的科学哲学一个学科是不够的，* 只靠科学哲学的某些部分或者派别的理解更是不够的。这并不是十分新鲜的观点，维也纳学派创始人之一弗兰克

---

* 科学在“大科学”时代是一种职业，科学工作者从事科学工作(包括定岗、申请资助、成就评定等)要面对“资格”的认证和维持的问题，做好这一点的最主要方式是在“有影响”的刊物上不断“发表论文”，这其中当然引出了许多问题。可以参见劳伦斯教授最近在《自然》杂志上的精彩文章“发表论文的政治学”(P. A. Lawrence, The politics of publication, Nature, Vol. 422, Mar. 20, 2003, pp. 259—261)。如果这也算科学本性的一个方面的话(有人不认同)，传统科学哲学无论如何没有考虑到。

(Philipp Frank, 1884～1966)于 1957 年写《科学哲学》的最后一节时，就已经指出了“‘科学以外的’理由的作用”，以及“科学哲学”可能会导致“科学的语用学”。科学之本性中究竟是否包括“社会”的成分？看来答案是肯定的。这样一来，科学的哲学探索就不能穷尽科学本性的所有重要方面。英国著名科学家、科学社会学家齐曼(John Ziman)甚至说：“科学的功能是生产知识。那么，它生产何种知识呢？直到最近，这个问题仍被看作本质上是‘哲学的’。遗憾的是，科学哲学家至今没有给出令人信服的回答。尽管他们进行了英勇的努力，但他们完全没能提出令人满意的‘科学’定义。”* 从现在的眼光看，广义的科学哲学或科学元勘可能还要包括科学史、传统科学社会学、女性主义科学哲学、科学知识社会学(SSK)、科学修辞研究、科学传播研究、科学的经济学研究、科学的政治学研究、后殖民主义科学文化以及各主要学科的哲学问题研究，等等，即使只讨论科学的“哲学”，视野也可以更宽广一些，比如把解释学、现象学、思辨哲学中的相关内容包括进来等。

四

罗森堡的这部教程是沿狭义的古典科学哲学路线叙述的。他从科学哲学内部对科学社会学的评论(见最后一章和中文版序言)就狭义的科学哲学来说是非常有道理的，但跳出这个范围，就有商榷的余地。毕竟，科学是理论与实践的统一体，完整理解科学，不能只顾经过合理重构的理论和逻辑部分，还要关注轰轰烈烈的科学活动，要把科学放到社会中去观察和研究。还要有动态的、历史的观点或者

* 齐曼著，曾国屏等译，《真科学》，上海科技教育出版社，2002 年，第 100 页。

辩证法的观点。另外，对于科学本身，人们也有不同的理解和约定，科学是人的科学，是历史的科学，世界上有一种科学还是有多种科学？在什么意义上可以说中国古代就有科学或者世界各民族都有自己的科学，而在什么意义上又不能这么说？即使科学的发展有走向“统一”或者完成“还原”的趋向，但现实中这一宏大计划远没有完成，而且似乎永远也无法最终完成。如果说有一种公共的科学(Science)的话，它也必须通过各民族各时期的多种科学(sciences)体现出来，“多”科学将始终是塑造“一”科学的原材料，它们提供丰富性、宽容性，使科学事业源远流长并具有自我反思能力。遗憾的是，目前的科学哲学并没有很好地展示科学的多样性与统一性的张力，至少狭义的科学哲学没有做到。

“科学究竟是什么？”这已经成为一部传播广泛的科学哲学教程的书名，它也似乎是科学哲学当仁不让的论题，但是我们也得坦率地承认，仅凭科学哲学、特别是逻辑经验论的科学哲学无法全面解答这样一个大问题。于是，我倒有一个怪怪的想法：可否把科学哲学、科学史、科学社会学三者的教学顺序倒过来，即先讲科学社会学，最后讲科学哲学？也许这是“捍卫科学尊严”的一个不错的小把戏。近代以来，科学与理性被大致等同，然而两者原则上不可能对等，有时它们之间还会有很强的张力。洛克、休谟甚至康德是幸福而乐观的学人，洛克在经验论和实在论之间保持了平衡，休谟虽然发现了因果性的麻烦却用“习惯”轻松地抵挡过去，康德也乐观地以为证明了“先天综合真理”的存在性。不幸的是我们，我们不满足于他们“幼稚”的论证，却没有好的办法化解难题。在认识论中引入特别的“实践”概念，难题似乎能够化解，即经验、理论与实践是三个相关但层次与作用不同的东西，可是万能的实践的辩证法似乎同时也消

除了智识的魅力，有沦为哲学懒汉的变戏法之嫌。另外，无论是康德还是黑格尔以及现在的后现代文化批判，都试图扩充理性，并对现存的理性进行批判。只要科学、理性还是人的科学、理性，它们的边界就不应当关闭。如吴国盛所言，除了第一种科学哲学外，还有第二种科学哲学。* 某种意义上说，第二种科学哲学更像哲学。当然这与庸俗的反科学无关，也不意味着第一种科学哲学不需要了。我们依然需要老老实实地学习并研究第一种科学哲学，只是脑中要多根弦，要有反思精神。

在迷信横行的年代，捍卫科学、科学精神和科学的相对独立性是必要的，但没有必要落到科学主义的地步。“今天对科学自由的捍卫，无法根植于实证论的科学观念，这其中包含了社会秩序化的实证论方案。这一方案的真正实现，会对自由社会造成破坏，并建立起极权主义。”**科学如今已经成功地取代宗教，而成为主流话语，但人们不希望它随之继承其神性的观念，科学无论如何必须处在理性的控制之下。如果坚持理性的界限不过就是科学的界限，我们就丧失了反思的能力，同时也限制了科学中新芽的萌发。“狭隘的、固定不变的理性主义已经过去了。人类学者提出的宽容原则意味着任何能使一个社会或人群独立存活的文化都包含在扩大的合理性模式之中。”***江天骥先生能够赞同这样的观点，值得我们重视。江先生另一个意味深长的结论也值得录出：“相对主义是不可驳倒的，只能够使它受到约束。”相对主义无疑是当前科学哲学面对的一

---

* 可参考吴国盛，第二种科学哲学，《追思自然》，辽海出版社，1998年，第373—410页。

** 博兰尼著，冯银江、李雪茹译，《自由的逻辑》，吉林人民出版社，2002年，第31页。

*** 江天骥，江天骥与哲学研究，《中国当代社科精华》哲学卷，汝信主编，黑龙江教育出版社，2001年，第252页。

个重要论题，甚至可以说是十分紧迫的问题，但并没有很好地解决。有迹象显示，只凭科学哲学也未必能化解这一问题，因为它牵涉到人类文化的几乎所有方面(不但涉及真，还涉及善或正义，而且两者不独立)，当然也包括对知识的辩护。本书作者的如下说法是有道理的："他们[指相对主义者或科学客观性的反对者]的辩证立场很大程度上是防御性的；他们的目标是保护智力生活的领地免受自然科学的霸权。为此，他们需要大声疾呼的只是它有资格作为一种'认识方式'存在。"(本书第221页)

提及若干对科学哲学"不利"的方面，并非有意在"科学哲学"这样一门教材中贬低科学哲学，只是想指出这门学科的"位置"。世上本来只应有一门包罗万象的大学问，学科的划分是人为的、历史的。每门学科都有自己的立场、视角、方法和观察问题的尺度。纵然客观对象就在那里，从不同的眼光去看，假设都客观地去看，得到的结果也会不尽一致，有时结论甚至可以相反。科学哲学与科学社会学等在此好比不同的摄影工具，比如镜头，人们运用它们在不同的焦距下成像是不一样的，对同一对象——科学，站在不同的立场上，多次变焦地观察，才有可能了解它的全貌。

这样讲丝毫不意味着采用某种镜头观察的结果就一定具有优势，即不能笼统讲科学社会学比科学哲学优越，反之亦然。毋宁说，就目前情况而论，它们是无法互相取代的，也是无法互相还原的。对于我们而言，哪个都要认真学。以为学了科学社会学或者SSK，就不必学科学哲学了，或者以为有了后实证主义科学哲学或后现代科学哲学的一知半解就不必认真学古典科学哲学了，都是没有根据的。即使古典科学哲学对每一个主题的探讨最终都是"错误的"，这门学问依然值得学习(回望历史，科学也一样)。社会不可大跃进，学术

也不可跨越，“缺什么就应当补什么”，捷径即使有，或许也要在具备了基本素养之后才可探讨。或者换种说法，科学哲学、科学史、科学社会学是一门大课程(如叫作“科学元勘”)的三个组成部分，而且不是堆积木式的组合，而是一种你中有我我中有你的分形(fractal)组合，它们之间不应当严格划界，现在的研究趋势也是将三者融为一体。只是为了称谓或教学的方便，我们才有意隔离它们，但不能忘记隔离后要再进行重组。

五

即使对于狭义的科学哲学，靠一两本教科书，也不可能学好科学哲学。哲学类课程不容易快速入门。微积分、热力学、分子生物学等科学课程可以很快掌握，获得了自然科学博士学位后也可以立即在小小年纪就做出世界一流的科学发现。但对于哲学，这些一般不适用。哲学界虽有天才，但寥寥无几，而且很难说那些天才是培养出来的(如维特根斯坦)。我们考虑的主要不是天才。

学好科学哲学，还要慢慢地、反复阅读许多著名学者撰写的专著，这自然要花费许多年的时间。仅就教程，也要参考其他的品种。罗森堡的这部书写得不错(如果不是这样我不会选择翻译它)，但作为译者或者一名教师，还是希望读者有机会的话也能参考其他教程。据个人的皮毛了解和一点经验，愿为科学哲学课程推荐下列教材性质读物(专著不计入)。读者可选择其中一两种作参考。

中文读物：

◇洛西(J. Losee)著，邱仁宗、金吾伦等译，《科学哲学历史导论》，华中工学院出版社，1982年。强调科学哲学的历史渊源，是科学哲学史的经典读物。首印20000册。

◇查尔默斯著，查汝强等译，《科学究竟是什么：对科学的性质和地位及其方法的评价》，商务印书馆，1982年，首印18500册。此书英文共出过三版(1976, 1982, 1999)，河北科技出版社2002年据英文第三版出版新译本(邱仁宗译)，3000册。新版与初版相比，几乎相当于一部新书，但观点没有本质的变化，只是有了更好的磨圆度。许多人把它用作教材，也许它是历史上最成功的一部教材，但只是对第一版而言。*

◇邱仁宗，《科学方法和科学动力学：现代科学哲学概述》，(上海)知识出版社，1984年。迄今仍然是国内学者所写的最好的科学哲学入门读物，它的突出特点是清晰、准确，首印40000册。

◇江天骥，《当代西方科学哲学》，中国社会科学出版社，1984年。到1986年底就已发行29000册，影响巨大。

◇弗兰克(P. Frank)著，许良英译，《科学的哲学：科学和哲学之间的纽带》，上海人民出版社，1985年。侧重几何学和物理学的哲学。首印14000册。

◇卡尔纳普(R. Carnap)著，张华夏等译，《科学哲学导论》，中山大学出版社，1987年。此书由著名科学作家伽德纳课堂记录而成，不久前又出了英文新版。此书关于物理哲学的叙述仍然是经典的。此书只印了3500册，当时即难以买到。

◇哈瑞(R. Harré)著，邱仁宗译，《科学哲学导论》，辽宁教育出版社，1998年。讲法有新意，但有的地方不容易为初学者所把握。首印10000册。

---

* 中文没有第二版。虽然一版比一版好，但时代变了。富勒曾在《公众理解科学》杂志上委婉地批评了这部书，甚至指出封面上的那只猫没有长胡子，以暗示查尔默斯的观点缺少平衡。

◇波塞尔(H. Poser)著，李文潮译，《科学：什么是科学》，上海三联书店，2002年。由德国哲学家波塞尔在中国讲学的讲稿整理而成，可作教材使用，分上中下三篇，最有特色的是下篇和结语部分，对辩证法和进化论哲学作了有趣的探讨。部分科学名词翻译不规范。到2002年底第二次印刷共印9200册。

一般英文读物：

◇吉勒斯(Donald Gilles)，《二十世纪的科学哲学：四大主题》(Philosophy of Science in the Twentieth Century: Four Central Themes)，1993年。历史与问题相结合，概括准确，叙述简明。

◇克莱(Robert Klee)，《科学哲学导论：庖解自然》(Introduction to the Philosophy of Science: Cutting Nature at its Seams)，1997年。主题清晰，共10章，也讨论了强纲领、女性主义认识论等新话题。

◇伯德(Alexander Bird)，《科学哲学》(Philosophy of Science)，1998年。哲学味较浓，强调与其他哲学分支的联系，有一定难度。

英文集体文集(不算个人文集)：

◇费格尔(H. Feigl)与布罗德贝克(M. Brodbeck)编，《科学哲学论文选读》(Readings in the Philosophy of Science)，1953年。早期选本，展现了科学哲学早期的思想发展线路。

◇哈丁(S. G. Harding)编，《理论能被反驳吗？》(Can Theories be Refuted?)，1976年。专题性论文合集，有助于把迪昂—蒯因论题搞清楚。编者在这之后专门从事女性主义科学问题研究了。

◇柯德(M. Curd)和科弗(J. A. Cover)编，《科学哲学》(Philosophy of Science: the Central Issues)，1998年。主题分类明晰，选文考究。

◇博伊德(R. Boyd)等编，《科学哲学》(The Philosophy of Science)，1991年。此文集声称为费格尔等1953年所编科学哲学阅

读文选的续集，也确实是一部优秀的选本。

◇克勒姆克(E. D. Klemke)等编，《科学哲学导论性读物》(Introductory Readings in the Philosophy of Science)，1998年。特点是每一部分前面都有概括性介绍。

◇罗思巴特(D. Rothbart)编，《科学、理性与实在》(Science, Reason and Reality: Issues in the Philosophy of Science)，1998年。北京大学出版社2002年有影印本。

◇麦克厄尔利恩(J. McErlean)编，《科学哲学》(Philosophies of Science: From Foundations to Contemporary Issues)，1999年。特点是选材范围较广，每篇论文后都附有研究和讨论的问题。

◇牛顿-史密斯(W. H. Newton-Smith)编，《科学哲学指南》(A Companion to the Philosophy of Science)，2000年。精选了81个核心概念或人物，请权威学者撰写长篇条目。是不可多得的教学或自学参考材料。中译本即将由上海科技教育出版社出版。

◇克拉克(S. Clarke)编，《科学哲学近期的若干主题》(Recent Themes in the Philosophy of Science: Scientific Realism and Commonsense)，2002年。

以上参考教程(只是一小部分)每一部都有自己的特点，但也不是十全十美的。任课教师需要掌握数种教材的内容，但授课时还应当以一种为主，把问题讲透，不宜面面俱到。

在国内，译者近期还没有读到十分满意的国人撰写的科学哲学教程。这不只是科学哲学领域的现象，科学史、科学社会学也如此，甚至更糟糕。这也表明这些领域的学科建设相当滞后，合格人才的培养必然也受到影响。

作为对教材的补充，我愿意推荐几部非常有趣的稍专门性的著

作：迪昂的《物理学理论的目的和结构》，庞加莱的《科学与假设》，波普尔的《科学发现的逻辑》、《开放宇宙》、《猜想与反驳》，波兰尼的《个人知识》，洪谦主编的《逻辑经验主义》，胡塞尔的《欧洲科学危机和超验现象学》，蒯因的《从逻辑的观点看》，利奥塔的《后现代状况》，伽达默尔的《科学时代的理性》，哈贝马斯的《认识与旨趣》、《作为"意识形态"的技术与科学》，哈耶克的《科学的反革命：理性滥用之研究》，Ludwik Fleck 的 Genesis and Development of a Scientific Fact，以及 Philip Kitcher 的 Science, Truth, and Democracy，后两者目前尚无中译本。这些书不会让读者失望的。

六

本书能够出版首先要归功于上海科技教育出版社潘涛博士的积极性。译者就翻译过程中遇到的一些问题或者译名请教过原作者以及北大哲学系孙永平等老师。罗森堡通过电子邮件多次回答了若干疑问，并应邀撰写了中文版序言。翻译过程中也发现原书有十余处拼写错误和小问题，经与原作者讨论并确认，凡是发现的错误均已改正。译者英文、科学哲学及汉语水平(这三者同等重要)均十分有限，译文一定还有许多不当与可改进之处，一定也加入了一些错误，欢迎读者指正，电子邮件地址为 huajie9999@yahoo.com.cn。

在此，对所有给予我帮助的朋友表示感谢。

刘华杰
2003 年 3 月于北京西三旗
2006 年 1 月修订